

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



DETERMINACION DE LA CALIDAD DE SITIO DE ESPECIES  
FORESTALES PARA LA RECUPERACION DE AREAS DEGRADA-  
DAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO CACAPA

POR:

BONILLA CARRILLO, PEDRO MARCOS

CORTEZ QUINTANILLA, GABRIEL

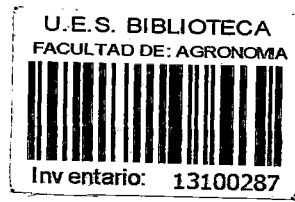
GUZMAN GALAN, MANUEL ORLANDO

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, MARZO DE 1992.

TUES  
1304  
B715d  
1992



001023  
Ej 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL: LIC. MIGUEL ANGEL AZUCENA

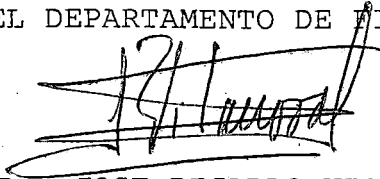
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO: ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ

SECRETARIO: ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

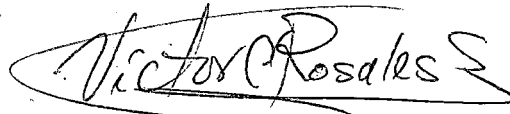
*d) por la Secretaría de la Fac. de C.C.A.A. 18-VI-92.*

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



ING. AGR. JOSE RICARDO VILANOVA ARCE

ASESOR:



M. Sc. VICTOR MANUEL ROSALES

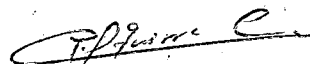
JURADO EXAMINADOR:



ING. AGR. ROBERTO GRANADOS CALDERON



ING. AGR: RENE FRANCISCO VASQUEZ



ING. AGR. CARLOS ALBERTO AGUIRRE C.

## RESUMEN

El deterioro de los recursos naturales en El Salvador ha alcanzado índices alarmantes a tal grado que nuestro país es el segundo a nivel Latinoamericano en deforestación, esto es debido al mal manejo de dichos recursos; por tal razón el presente trabajo tiene como objetivo determinar la calidad de sitio para especies forestales, el cual es la suma total de todos los factores que afectan la capacidad de la tierra para producir bosques u otro tipo de vegetación.

Para facilitar el estudio se dividió la Subcuenca longitudinalmente en tres zonas: alta, media y baja. En la cual se utilizó el método de la cuadrícula, tomando como base 1 km<sup>2</sup> por zona; en donde se eligieron cinco unidades de muestreo de 0.1 Ha por zona, subdividiéndose a su vez en 10 unidades de registro.

Los datos que se tomaron fueron circunferencia y altura del fuste, que sirvieron para obtener el índice de valoración de importancia fundamental para aplicación del método de ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto. Teniendo como resultado en la Subcuenca, la identificación de 64 especies arbóreas de las cuales 8 fueron las dominantes. Además se presenta la clasificación de suelo según grupo, serie y clase de suelo por capacidad de uso.

También se determinó el ordenamiento espacial de las

unidades de muestreo en donde se visualizan dos asociaciones de especies arboreas.

Como resultado de este trabajo se puede afirmar que el método de ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto es funcional para comprender las formas de distribución de las *especies* en un área dada, además dicho método es fundamental para la implantación de proyectos de reforestación.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOFODEROSO

Por haberme permitido llegar a esta ansiada meta.

- A MIS PADRES:

Gilberto Bonilla B.

Mercedes Victorio Carrillo

Con inmenso amor y cariño, por haberme dado su amor, comprensión y sacrificio físico para que pudiera alcanzar mi profesión.

- A MIS HERMANOS:

Andrés Thomas,

Martha Victoria

Mauricio Jonas

Santos Vilma

Manuel de Jesús

Luis Alonzo

Ana María

Hilaria del Carmen

Francisco Antonio

Sandra Elena

- DEMAS FAMILIA

Con gratitud y Aprecio.

- A María Elena V. de Sermeño y Familia,

Por su valioso apoyo.

- Demás Colegas y Amigos:

Que de alguna manera han contribuido a mi formación.

PEDRO MARCOS BONILLA C.

## DEDICATORIA

- A DIOS

Por permitirme comprender un poco más su creación.

- A MI MADRE:

Por sus sacrificios, amor, comprensión y haber inculcado en mí desde muy temprano el deseo de aprender.

- A MI PADRE

Por sus sabios consejos.

- A MIS HERMANOS

Moises Ernesto, Daniel Mijail, y Andrew, por alegrarse conmigo en este triunfo.

- A MI ESPOSA

Silvia Margarita, por su amor, paciencia y comprensión en los momentos más difíciles de mi carrera.

- A MI HIJO:

Benjamín Orlando.

Por ser mi alegría y alisiente para superarme cada día más.

- A MIS ABUELAS: Luisa y Rosaura

Por sus cariños y apoyo moral.

- A MIS TIOS: Rubén y Francisco.

Por haberme animado a seguir adelante en los momentos de dolor.



- A mis Amigos y Compañeros, por compartir gratas experiencias a lo largo de mi carrera.

MANUEL ORLANDO GUZMAN G.

## INDICE

RESUMEN

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	Cuenca Hidrográfica	3
2.2	La Vegetación	5
2.3	Clasificación de la vegetación	7
2.4	Características Cuantitativa y Cuantitativas de las Comunidades Vegetales.	9
2.4.1	<sup>2 d.1</sup> Características Cuantitativas	9
2.4.2	Características Cualitativas de la Vegetación	10
2.5	Método de Muestreo empleado en el Análisis de la Vegetación	11
2.5.1	La Cuadrícula	11
2.6	Sitio	13
2.7	Calidad de Sitio e Indice de Sitio	14
2.8	Evaluación de la Calidad de Sitio	14
2.9	Métodos de Evaluación de la Calidad de Sitio	16
2.10	Factores que afectan la calidad de Sitio	16
2.10.1	Suelos	17
2.10.2	Características Físicas y Fisiográficas	18

	PAG. No.
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Descripción del Area	20
3.1.1 Ubicación	20
3.1.2 Clasificación de la Vegetación	20
3.1.3 Fisiografía	22
3.1.4 Descripción de la Subcuenca	22
3.2 Material Experimental	23
3.3 Trabajo de Oficina	23
3.3.1 Ubicación de la Cuadrícula (Diseño muestral)	23
3.4 Trabajo de Campo	25
3.4.1 Medición de Arboles	25
3.4.2 Medición de Diámetros	29
3.4.3 Medición de Alturas	29
3.4.4 Toma de muestras vegetales	30
3.4.5 Clasificación de Suelos	30
3.5 Trabajo de Laboratorio	30
3.5.1 Identificación Taxonómica de las Especies arboreas.	30
3.6 Procesamiento y Análisis de la información	31
3.6.1 Índice de Valoración de Importancia	31
4. RESULTADOS	35
4.1 Análisis Dascmétricos	35

	PAG. No.
4.2 Clasificación botánica	35
4.3 Factores Edáficos	44
4.3.1 Clasificación de Suelos	44
4.3.2 Descripción para los diferentes tipos de Suelo Clasificados.	44
4.3.2.1 Clasificación por serie	44
4.3.2.2 Clasificación de acuerdo a su capacidad de uso.	44
4.4 Datos Climáticos	54
4.4.1 Clima	54
4.4.2 Precipitación	54
4.4.3 Temperatura	54
4.4.4 Humedad	55
4.5 Ordenamiento espacial de las unidades de muestreo	55
4.6 Clasificación de Calidad de Sitio	64
5. DISCUSION DE RESULTADOS	67
5.1 Análisis dasométricos	67
5.2 Clima	70
5.3 Clasificación botánica	70
5.4 Ordenamiento espacial de las unidades de muestreo.	76
5.5 Calidad de Sitio de las Especies Arboreas	78

6.	CONCLUSIONES	80
7.	RECOMENDACIONES	82
8.	BIBLIOGRAFIA	83
9.	ANEXOS	91

## LISTA DE CUADROS

CUADROS		PAGINA No.
1	Resumen de los Indices de valoración de Importancia (IVI) de las especies forestales.	36
2	Matriz de Indice de Comunidad (I.C.) de la Subcuenca del Río Cacapa.	37
3	Resumen de volumen m <sup>3</sup> /Ha de las especies forestales en la subcuenca del Río Cacapa.	38
4	Composición florística de especies forestales de la Subcuenca del Río Cacapa.	39
5	Clasificación de suelos para las unidades de muestreo de la subcuenca del Río Cacapa.	46
6	Ubicación espacial de sitios por estrato arboreo y clase de suelo en la Subcuenca del Río Cacapa.	47
7	Especies dominantes en las tres zonas de estudio de la Subcuenca del Río Cacapa.	58

## CUADROS

PAG. No.

8	Asociaciones vegetales del estrato arboreo y clase de suelo en la Subcuenca del Río Cacapa.	59
9	Clasificación de la Calidad de Sitio para especies arbóreas de la Subcuenca del Río Cacapa-	64
10	Características de adaptabilidad de las especies dominantes en la Subcuenca del Río Cacapa.	69
11	Datos climáticos del almanaque Salvadoreño.	71
12	Promedios mensuales de datos climáticos para el año 1990. Estación experimental y de prácticas de la Universidad de El Salvador.	72
A.2	Resumen de los datos Cuantitativos de las especies forestales en la Subcuenca del Río Cacapa.	93
A.3	Cuadro resumen para el cálculo de las coordenadas en el eje X.	94

## CUADROS

PAG. No.

A.4	Cuadro resumen para el cálculo de las ccordenadas en el eje Y.	95
A.5	Ccordenadas X, Y calculadas, junto con su respectiva bondad de Ajuste.	96
A.6	Cuadro resumen para el cálculo de la bondad de Ajuste.	97
A.7	Metodología	98



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAG. No.
1	Ubicación de la subcuenca del Río Cacapa	22
2	Diseño de Avenamiento en enrejado	24
3	División de la Subcuenca en cuadros o de 1 km <sup>2</sup> .	26
4	Mapa topográfico de la Subcuenca del Río Cacapa y ubicación de los sitios de mues- treo.	27
5	Distribución de las Unidades de Registro dentro de la unidad de Muestreo.	28
6	Mapa pedológico. Distribución de las di- ferentes series de suelo en la Subcuenca del Río Cacapa.	45
7	Ordenamiento bidimensional tipo polar indi- recto de las especies forestales de la Sub- cuenca del Río Cacapa.	56
8	Ordenamiento bidimensional tipo polar indi- recto de <u>Ficus aucuparium</u> .	60

## FIGURA

## PAG. No.

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 9  | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Enterolobium cyclocarpum</u>    | 60 |
| 10 | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Albizzia caribaea</u>           | 61 |
| 11 | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Andira inermis</u> .            | 61 |
| 12 | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Cordia alliodora</u> .          | 62 |
| 13 | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Bursera simaruba</u> .          | 62 |
| 14 | Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de <u>Ficus</u> sp.                   | 63 |
| 15 | Promedio de la suma mensual y anual de la lluvia (mm) de la Subcuenca del Río Cacapa. | 73 |
| 16 | Promedio mensual de la Temperatura (°C) de la subcuenca del Río Cacapa.               | 73 |
| 17 | Promedio mensual de la humedad relativa en % de la Subcuenca del Río Cacapa.          | 74 |

## FIGURA

## PAG. No.

18. Promedio mensual de la velocidad del viento en km/h de la Subcuenca del Río Cacapa. 74
19. Gráfico de volumen de madera en  $M^3$ /Ha para las diferentes zonas de la Sub-cuenca del río Cacapa. 77
20. Gráfico del número de individuos forestales para las diferentes zonas de la subcuenca del río Cacapa. 77

## INTRODUCCION

El alto grado de erosión de los suelos, la disminución de los mantos freáticos, extinción de la flora y fauna e inundaciones de las zonas bajas de los ríos, son consecuencia de un mal manejo de las cuencas hidrográficas.

Para resolver dicho problema, es necesario elaborar un plan de manejo integral de la cuenca, esto implica realizar un estudio de la calidad de sitio, el cual es la suma total de todos los factores que afectan la capacidad del suelo para el desarrollo de la vegetación.

Este estudio es importante para la planificación y ejecución de proyectos de plantaciones forestales, poniendo de manifiesto que la capacidad para el establecimiento de bosques o cualquier tipo de cultivo agrícola se basa en la combinación adecuada de condiciones bióticas, climáticas y de suelo de una área dada.

Dicho estudio reporta el ordenamiento espacial de las especies forestales determinado por su calidad de sitio, el cual fue establecido por el análisis de los siguientes parámetros: circunferencia a la altura de el pecho (CAP), altura del fuste, frecuencia, densidad y dominancia; también se calculó el volúmen de todas las especies muestreadas.

El presente trabajo ha sido realizado en la Sub-cuenca

del río Cacapa, departamento de La Paz, con duración de siete meses. Los objetivos de la investigación se encaminan a aportar información para posteriores trabajos de calidad de sitio para especies forestales; identificación de las especies muestreadas en la zona de estudio; conocer las especies que mejor se adapten a la zona, según las condiciones de altitud y el gradiente de humedad y determinar la ubicación espacial de las especies forestales en la Sub-cuenca.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Cuenca Hidrográfica

Se dá el nombre de cuenca hidrográfica al área tributaria de un río o dicho en otras palabras, un área de terminada en la cual la precipitación caída es drenada por el cauce de un río dado (41).

También se usan términos hoya hidrográfica, subcuenca, microcuenca y área de drenaje o de captación. La diferencia entre cada uno de éstos términos se asocia, en principio, con su tamaño y la importancia del escurrimiento generado.

Dependiendo del objetivo del estudio se utilizan diferentes tipos de dibujos, planos, mapas. Tridimensionalmente se puede representar la cuenca hidrográfica a través del dibujo en perspectiva, maquetas y pares estereoscopios. Un mapa con curvas de nivel también es una visión tridimensional de una cuenca.

Un nivel más abstracto de representación, en el cual aparecen solo dos dimensiones, son los mapas y planos en planta, la cuenca también puede representarse gráficamente por medio de dibujos de dos dimensiones como son los perfiles longitudinales y transversales. En la cuenca hidrográfica desde el punto de vista topográfico se definen cuatro partes principales: el cauce, la divisoria, las vertientes y el valle.

El cauce, es la línea que forman las aguas de escurrimiento en la búsqueda por salir de la cuenca. Las corrientes de agua que transitan por los cauces se han clasificado de acuerdo a su permanencia en el tiempo en tres clases: Permanente, son las corrientes que existen en un 90% del tiempo o más, prácticamente debe de permanecer un flujo durante todo el año. Se distinguen en los mapas con un trazado continuo. Las corrientes intermitentes poseen agua en solo un 50% del tiempo o menos, es decir aproximadamente en la estación lluviosa. Se identifican con un trazo discontinuo. El tercer tipo se llaman efímeros y son aquellas corrientes de agua que tienen caudal solo unas pocas horas después de una lluvia.

La divisoria de la cuenca también se conoce con el nombre de "parte aguas", y se define como la línea que circunscribe un área que tiene un drenaje común, la línea que separa dos cuencas hidrográficas vecinas.

Las vertientes, constituyen el área comprendida desde el cauce hasta la divisoria.

El valle, representa el área más o menos plana que puede existir entre la finalización de las vertientes empinadas y el cauce.

Una vez se ha marcado la divisoria de una cuenca hidrográfica es posible medir y analizar sus características morfológicas a través de ciertos índices y expresiones numéricas que cuantifican el área, la forma, la elevación, la pendiente, el perfil longitudinal, la red de drenaje, etc., éstas características

tienen influencia en el comportamiento hidrológico de ella, obviamente los volúmenes y régimen de crecidas de un área no depende únicamente de las características morfométricas sino que también la recibe la influencia de variables de tipo geológico, geomorfológico, de suelos, meteorología, vegetación y uso de la tierra.

Las características morfométrica más utilizada es el área que es la proyección sobre un plano horizontal del espacio circunscrito por la divisoria de la cuenca. Los métodos más comunes para medir el área son: el planímetro polar, las plantillas cuadrículadas y el digitador electrónico.

Cada cuenca tiene una forma determinada. Son frecuentes las cuencas de forma alargada, circulares, tipo de embudo, etc., la forma se ha tratado de cuantificar por medio de índices numéricos, estos podrían ser el "factor de forma" de Gravelius y el "índice de compacidad".

La mayor parte de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos tienen una relación con la altitud, por lo que es conveniente caracterizar la cuenca en términos de su ubicación altitudinal (19).

## 2.2 La Vegetación.

La mayoría de los ecosistemas forestales (dentro de sus respectivos bioclimas) se caracterizan por poseer una vegetación específica y soportar una comunidad única de plantas y animales. Las diferencias entre las formaciones vegetales



obedecen generalmente a variaciones en la temperatura y en precipitación. A una biotemperatura anual promedio dada, la diversidad de especies, la estratificación del bosque y su altura, su productividad y grado de epifitismo, aumentan con la precipitación. Así mismo, la temperatura condiciona la fisionomía y tamaño de la vegetación (20).

Los bosques mixtos, comprenden cualquier bosque en el cual los rodales individuales que componen las unidades básicas de mediciones, contienen una mezcla de edades. Típicamente, los bosques mixtos pueden contener también una variedad de especies, que pueden ser bastantes similares ecológicamente, o estar compuestas de diferentes grupos ecológicos, con especies dominantes en un estrato particular del dosel, o en micrositios particulares, o en las diferentes fases de sucesión que siguen a la formación de claros o a las operaciones de explotación.

Los bosques mixtos generalmente implican más problemas de muestreo y mediciones mucho más severas que los uniformes. Los problemas de medición impuestos por la difícil accesibilidad, el denso sotobosque, los aletones, y la casi imposibilidad de medir en muchos casos la altura total de los árboles, significa que los costos de medición son mucho más elevados para un nivel dado de precisión (1).

Normalmente se usan parcelas grandes, de una o más hectáreas subdivididas en cuadros de 10m x 10m. Las alturas generalmente

no se pueden medir, clasificando los árboles por la forma y posición en sus copas. En los árboles con aletones deben medirse los diámetros de referencia (1).

### 2.3 Clasificación de la Vegetación.

En el bosque húmedo subtropical, Holdridge diferencia dos asociaciones características de la vegetación:

- a) Asociación de laderas.
- b) Asociación edáfica-húmeda de manglares.

En la primera asociación se encuentran en todo el área de los contrafuertes de la cadena costera y tipificadas por las siguientes especies arbóreas (20).

Ceiba pentandra; Tabebuia rosea; Cedrela feseilis; Calycophyllum candidissimum; Astronium graveolens; Hura crepitans; Cordia alliodora; Sapium macrocarpum; Albaradoa amorphoides; Trichilia glabra; Guazuma ulmifolia; Lonchocarpus rugosus; Swietenia humilis; Thevetia ovata; Genipa caruto; Gliricidia sepium; Simaruba glauca; Pithecolobium saman; Albizzia adinocephala; Albizzia caribaea; Apeiba tibourbou; Byrsonima crassifolia; Luehea candida; Enterolobium cyclocarpum; Cecropia peltata; Andira inermis; Triplaris meleanodendrom; Chlorophora tintorea; Sterculia apetala; Cochlospermum vitifolium; Acrocomia mexicana.

El poder ubicar espacialmente las especies vegetales mediante un muestreo exploratorio, requiere de métodos que

permitan reunir la mayor cantidad de datos posibles y su interpretación adecuada. Agustín, citado por Valse de Cornejo explica al respecto que la naturaleza tridimensional de la vegetación produce problemas de muestreo, porque los diferentes estratos de vegetación (árboles, arbustos, hierbas), pueden cubrir las mismas áreas, pero varían a diferentes escalas físicas. Una solución posible a esto es tratar con estratos separadamente, otras, siendo tratadas como variables ambientales con respecto a la variable estudiada, esto reduce el problema al análisis de un sistema multivariante de dos dimensiones.

Al respecto una variable de trabajos sobre tipos de vegetación han sido publicados por muchos autores según Valse de Cornejo:

- a) El método de Wisconsin proporciona una distribución espacial simple de lugares de vegetación, el cual incluye particularmente la medida de distancias y la técnica de construcción de ejes introducidos por Bray & Curtis (1957).
- b) El método de ordenación que implica un resumen del contenido de información de una matriz, cuyos elementos, distancias o ángulos definen las relaciones espaciales entre entidades ecológicas. Estas entidades pueden representar especies, lugares, factores ambientales o hábitar. Dichas entidades se visualizan como puntos en el espacio con sus cantidades como ordenadas.

- c) En cualquier región o área, el primer paso en el estudio de vegetación, según Rosales (1982), es el establecimiento de asociaciones. Cuando esto ha sido hecho, las especies presentes en cada asociación pueden ser establecidos ya sea para observación o para otros fines. En este mismo método se recomienda agrupar las plantas por estratos y determinar las especies dominantes. Tales aspectos se han cubierto en el presente trabajo.
- d) Ventura (1980), aplicó el método del cuadrado, mediante el cual se obtiene información cualitativa y cuantitativa de la estructura y composición de las comunidades vegetales. Smith (1966); Rosales y Salazar (1976), opinan que para obtener información cuantitativa de la estructura y composición de las comunidades vegetales y las interrelaciones del medio ambiente, el método más usado es el cuadrado, el cual puede variar en forma y dimensiones dependiendo del tipo de estudio.

## 2.4 Características cualitativas y cuantitativas de las comunidades vegetales.

### 2.4.1. Características Cuantitativas:

Número de individuos, frecuencia, cobertura y área basal. (4,6).

#### 2.4.2. Características Cualitativas de la Vegetación:

Sociabilidad, Periodicidad, Estratificación, dendrología. (38)

Las características de la vegetación se pueden calcular por:

##### a) Frecuencia relativa:

Es una expresión del porcentaje de cuadrículas en las que presenta una especie.

$$F = \frac{\text{No. de cuadrículas en que ocurre una especie}}{\text{No. total de cuadrículas observadas}} \times 100$$

##### b) Densidad relativa:

Es el número de individuos de una especie expresada en porcentaje del número total de todas las especies.

$$D = \frac{\text{No. total de individuos de una especie (en todas las cuadrículas)}}{\text{No. total de individuos en todas las cuadrículas observadas}} \times 100$$

##### c) Dominancia Relativa:

Área total de una especie expresada en porcentaje del área basal de todas las especies.

Cada una de estas medidas relativas indica un aspecto importante de las especies de la comunidad. Sin embargo, es posible obtener una mejor medida combinando o sumando las medidas relativas para obtener el Índice de Valoración de Importancia (IVI).

El IVI para todas las especies debe sumar 300 en cada muestra porque cada factor representa un porcentaje.

Este es muy valioso para determinar la importancia de las especies que componen una comunidad (6).

Para la descripción de una especie forestal es necesario hacer un formato por especie, el cual debe ser seguido así:

Taxonomía, características sobresalientes, distribución, descripción de la especie, usos, requerimientos ambientales, silvicultura (regeneración natural), factores limitantes (35).

## 2.5. Método de Muestreo empleado en el Análisis de la vegetación.

El estudio cuantitativo y cualitativo de la vegetación tienen como objetivo describir la composición y estructura de la vegetación, explicar o precedir su tipo y clasificarla en forma lógica. Uno de los métodos para el análisis de la vegetación es la cuadrícula.

### 2.5.1 La Cuadrícula.

Es la parcela o área de muestreo utilizada en el análisis de la vegetación. Estas varían en tamaño y forma, de acuerdo con las condiciones del área y el tipo de vegetación en que se utilicen. Por ejemplo, en el estudio de comunidades de líquenes o briofitas, cuadrículas de 1 dm<sup>2</sup> son suficientes mientras que en bosques las parcelas pueden ser hasta de 100 m<sup>2</sup> (20,38).

En una comunidad vegetal estratificada, como en los bosques, el tamaño de la cuadrícula para los estratos superiores, resulta muy grande para los estratos inferiores. En este caso se coloca

dentro de la cuadrícula mayor, cuadrículas menores para estudiar los estratos inferiores. Los siguientes tamaños han sido sugeridos.

Arboles .....	10m x 10m
Vegetación leñosa hasta 3m. de altura .....	4m x 4m
Vegetación herbácea .....	1m x 1m.

En el estudio de la vegetación mediante cuadrículas se identifican botánicamente las especies y se llevan registros del número de individuos presentes. En bosques, se acostumbra identificar las especies, anotar el número de individuos y registrar los diámetros individuales a la altura del pecho (DAP) de árboles con más de 10 cm de diámetro. De los arbustos y arbolitos de regeneración, generalmente se anota el número de individuos de cada especie en cada cuadrícula (6).

La vegetación que no quede claramente enmarcada por la cuadrícula, se someterá a los siguientes criterios para anotarlas:

1. Sólo árboles con más de la mitad del tronco dentro de la cuadrícula, serán anotados.
2. Sólo arbustos y herbáceas, cuyo sistema radical esté enmarcado en la cuadrícula, serán anotados.

De acuerdo al uso, las cuadrículas se denominan: a) Cuadrícula lista, es aquella en que se prepara una lista de las especies incluidas en ella, junto con un conteo del número de individuos

de cada especie; b) cuadrícula de área basal es en la que se mide el área basal de cada especie y el total de cada especie se anota junto al nombre específico; c) Cuadrícula de cosecha, es la cuadrícula en que se colecta el material vegetal contenido en ella y se determina ya sea por especies o por volumen total de peso seco; d) Cuadrícula gráfica, este tipo muestra una representación gráfica de la distribución de las plantas en la parcela - (38).

## 2.6. Sitio.

Usualmente el término sitio (hábitat) está supuesto incluir - tanto la posición en el espacio de árboles forestales, y plantas y animales asociados, como las condiciones ambientales asociadas con esos lugares (43).

Ortega (28), ha definido el sitio como un lugar en la superficie de la tierra con características propias de fisiografía, suelo y vegetación.

Hurtado y Jerez, citado por Cerritos et al (25), define el sitio como la combinación de condiciones climáticas y de suelo de un área de referencia con capacidad para producir bosques.

El sitio es un conjunto de factores bióticos y abióticos y que la calidad del mismo resulta de la interacción de dichos factores ambientales y la vegetación existente (40).

Estadísticamente, los factores del sitio son tratados como variables independientes y alguna medida en el crecimiento



del bosque como variable dependiente. Únicamente considerando el bosque y el sitio como un ecosistema complejo interrelacionado puede la verdadera naturaleza dinámica de ambos ser totalmente entendido (43).

#### 2.7. Calidad de Sitio e Índice de Sitio.

La suma total de todos los factores que afectan la capacidad de la tierra para producir bosques u otra vegetación es la calidad del sitio del bosqu. Usualmente la calidad del lugar es estimada indirectamente por el uso de algunas características de los mismos árboles, la vegetación, o por uno o más factores del medio ambiente físico, tales como el suelo, topografía y el clima (43).

Vincent, (42), dice que la calidad de sitio es la interacción o combinación del tipo de vegetación y el tipo fisiográfico, en el caso de plantaciones el tipo de vegetación constituye la especie o especies plantadas.

El aumento de la calidad de sitio ha dado origen a un amplio cuerpo de conocimientos básicos cuya comprensión es útil en la conducción de los trabajos tanto en el bosque natural como en plantaciones (31).

#### 2.8. Evaluación de la Calidad de Sitio.

La evaluación de la calidad de sitio se puede realizar a través de dos enfoques: uno tomando como base los factores

del ambiente, y el segundo, tomando como punto de partida los parámetros de la vegetación (32).

Rennie, (30) refiriéndose al mismo problema divide este método de la siguiente manera:

- 1) Métodos directos que miden simplemente el crecimiento de la vegetación, y el que sirve de criterio de calidad de sitio;
- 2) Métodos que miden el crecimiento de la vegetación junto con atributos relacionados con el hábitat. En este caso los atributos constituyen el criterio y es considerado método directo, cuya confiabilidad de la validez de la relación entre el atributo y el crecimiento de la vegetación.

La evaluación de la calidad de sitio tiene por objeto determinar el potencial de sitio, definido como la capacidad de un área en particular para producir biomasa de árboles, esto puede medirse en función del diámetro, altura y volúmen. Cuando la evaluación se realiza por métodos cuantitativos facilita la designación del uso de las áreas forestales en base a su capacidad productiva y la selección de las especies más apropiadas para obtener los productos y bienes que de ellos se desea (31).

Los datos obtenidos en los estudios de calidad de sitio pueden ser utilizados para determinar la capacidad de productividad potencial de sitios, para planificar el manejo de las plantaciones existentes, es decir, el grado de esfuerzo necesario para alcanzar el potencial de producción y como guía para el

establecimiento de nuevas plantaciones. Puede usarse además para la planificación y ejecución de trabajos de investigaciones, com ensayos de procedencia, regimenes de aclareo y rendimiento(28).

#### 2.9. Métodos de la Evaluación de la Calidad de Sitio.

La evaluación de la calidad de sitio se puede realizar a través de dos enfoques: uno tomando como base los factores del ambiente, y el segundo, tomando como punto de partida los parámetros de la vegetación (32).

Chinchilla (7), Vásquez (40) y Rodríguez (31), refiriéndose al mismo problema y citando diferentes autores definen los métodos de evaluación de la calidad de sitio en métodos directos e indirectos, en los primeros la calidad de sitio es estimada en función de datos históricos de rendimiento tales como volúmen, o que simplemente miden el crecimiento de la vegetación, los indirectos utilizan relaciones entre especies, factores topográficos edáficos y climáticos.

#### 2.10. Factores que afectan la calidad de sitio.

No es posible estudiar factores individuales del medio ambiente en relación con la calidad de sitio, ya que éstos actúan en conjunto con interacciones y relaciones complejas sobre el crecimiento de los árboles, la calidad de sitio no depende de un factor ni de todos los factores del medio ambiente, sino de los factores efectivos y de las interacciones que se establezcan entre ellos. En estudios sobre la evaluación en base a factores

del medio ambiente es necesario determinar cuales factores son efectivos, o más importantes y las interacciones entre ellos (42).

Los principales factores del medio ambiente que determinan la calidad de sitio de una especie, dependen de la especie de que se trate y de la naturaleza del sitio. Es decir, una especie aprovecha mejor un sitio que otro; lo que constituye un factor limitante para el crecimiento de una especie, puede o no afectar el crecimiento de otras (29).

#### 2.10.1. Suelos

Coile, citado por Rodríguez (31), indica que la evaluación de la calidad a partir de las características del suelo presenta varias ventajas:

- a. El suelo cambia lentamente de manera que se considera comparativamente estable.
- b. Las evaluaciones se pueden hacer en presencia o ausencia del bosque. Además considera que la precisión de las estimaciones de la calidad de sitio en base a las características del suelo decrece generalmente a medida que aumenta el área de estudio.

De las Sala, citado por Rodríguez (31), establece que los factores del suelo en clasificación de sitio constituyen una valiosa ayuda, por cuanto muchos de ellos son fáciles de medir

y pueden cuantificarse.

#### 2.10.2. Características Físicas y Fisiográficas.

En estudios realizados sobre evaluación de calidad de sitio se han correlacionado principalmente las propiedades físicas de los suelos y las características topográficas con los índices de calidad de sitio, encontrándose que las propiedades físicas, más que el nivel de nutrientes, son los factores más importantes en la predicción del crecimiento de los árboles del bosque (29). La fertilidad del suelo es vital para un suelo productivo, pero un suelo fértil no es necesariamente un suelo productivo, porque existen factores como: agua, luz, temperatura y otros factores que pueden limitar la producción, aun cuando la fertilidad sea adecuada (37).

Ninguno de los elementos de la topografía ejercen una influencia directa sobre el crecimiento, para condicionar una serie de factores que si pueden influir sobre procesos fisiológicos del árbol, como son: desplazamiento del agua, dentro y sobre el suelo; que a su vez determinan el desarrollo del suelo, aumento de la posibilidad de lixiviación de nutrientes y mayor acumulación de materia orgánica (28).

En cambio Pulido y Zahner (29,45), la pendiente afectó en forma directa la calidad de sitio; las partes bajas de las pendientes generalmente tienen mejores calidades de sitio que las partes medias y altas. Esto se debe a que frecuentemente

y como consecuencia de la precipitación se da un arrastre desde la parte alta y media de la pendiente con los subsiguientes deposición en la parte baja.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción del Area

##### 3.1.1. Ubicación

La Subcuenca del río Cacapa se encuentra localizada en el Departamento de La Paz (Fig. 1).

Su ubicación geográfica está dada por:

-Coordenadas planas

269500 N.      2606675 S.

290525 E.      486300

-Coordenadas Geográficas

13° 32' 41.23" N

En el Cantón y Caserío Cupinco.

14° 28' 57.14" N.

En la desembocadura del río Cacapa con el río Comalapa.

89° 5' 9.38" O.

En el Municipio de San Juan Talpa.

89° 7' 20.12" O.

En la quebrada El Bosque.

El área de la Subcuenca es aproximadamente 936.87 Ha ó 9.36 km<sup>2</sup>.

##### 3.1.2. Clasificación de la Vegetación.

Según el sistema de clasificación de Holdridge, la Subcuenca del Río Cacapa se encuentra en la zona de vida de bh-ST(C) bosque húmedo subtropical caliente con dos tipos de vegetación - que corresponde según Flores y Rosales (1978) a Selva baja caduci-

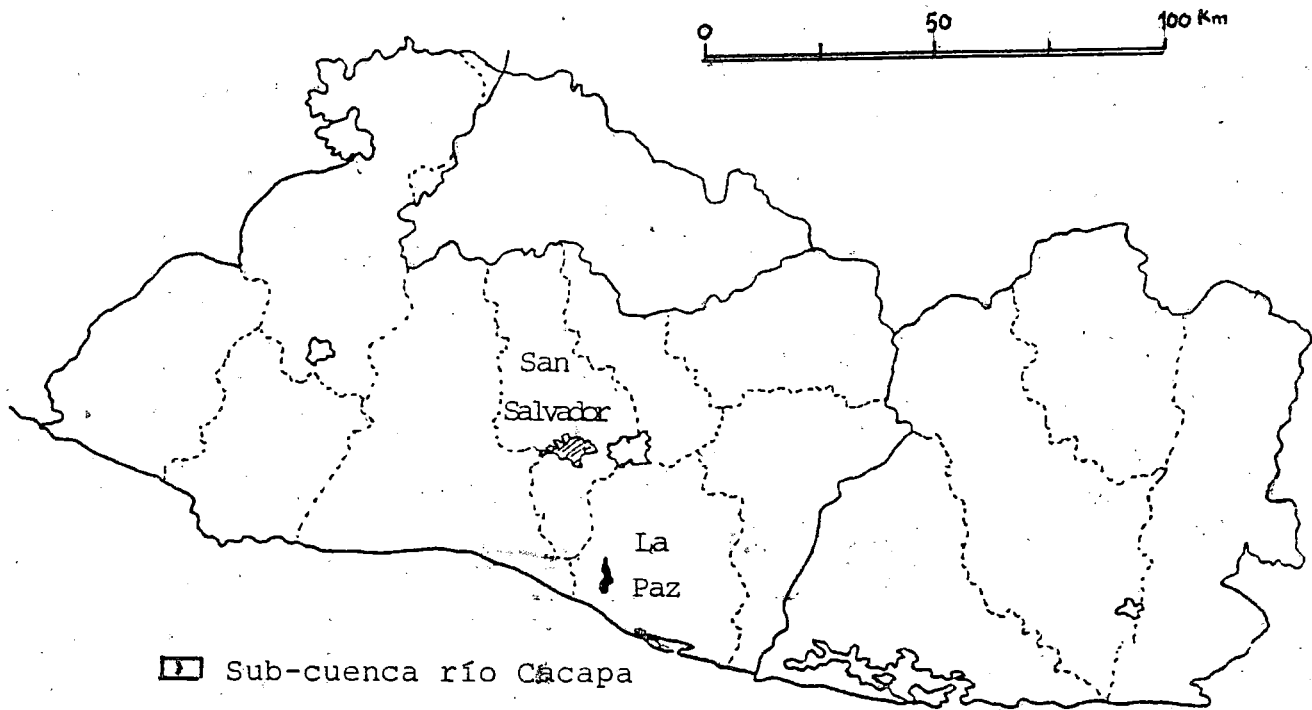


Fig. 1 Ubicacion de la sub-cuenca del río Cacapa.



folia y Selva mediana, Sub-caducifolia (20).

### 3.1.3. Fisiografía.

Las agrupaciones fisiográficas comprendidas en este estudio se dividen en tres paisajes diferentes:

- a. Sistema montañoso o de pendiente.
- b. Planicies inclinadas de pie de monte.
- c. Planicie aluviales costeras (16).

El sistema montañoso o de pendiente es característico de la parte alta y media de la subcuenca (23).

La planicie de pie de monte, es característica de la zona media y alta de la subcuenca. Este paisaje es ondulado a ligeramente ondulado, con características de disecciones moderadas, siendo más evidentes en las cercanías de las quebradas el río y en las laderas del sistema alomado que lo delimitan (16).

La planicie aluvial costera es característica de la parte baja de la subcuenca, la cual se encuentra diseccionada por el Río Cacapa.

### 3.1.4. Descripción de la Sub-cuenca.

Esta Sub-cuenca se caracterizó por tener una forma alargada, formada por pequeños valles de la misma forma acompañada de zonas montañosas de relieves de alto a moderado. El tipo de drenaje que presenta es un diseño en enrejado ya que presenta un sistema de quebradas sub-paralelas, frecuente-

mente alineadas a lo largo del rumbo de las formaciones de rocas o entre depósitos paralelos, recientemente acumulado por el viento o la lluvia. (Figura 2 )

### 3.2. Material Experimental.

Se utilizó una cuadrícula de 1 km<sup>2</sup>, la cual fue dividida en 5 unidades de muestreo de 0.1 Ha y éstas a su vez en 10 unidades de registro de 100 m<sup>2</sup> cada una.

Se consideró como material a muestrear, especies arbóreas que tuvieran como mínimo una circunferencia a la altura del pecho (CAP) de 30 cm. y una altura mínima de 6 m. (6)

### 3.3. Trabajo de Oficina.

#### 3.3.1. Ubicación de la cuadrícula.

Con auxilio de un mapa con curvas a nivel, se seccionó la subcuenca en 3 zonas siendo estas:

Zona 1 ó baja: 35 a 100 msnm

Zona 2 ó media: 100 a 200 msnm.

Zona 3 ó alta: 200 a + msnm.

Los criterios que se tomaron para definir estas tres zonas fueron:

1. Variación de la temperatura, por cada 100 mts. de altura la temperatura varía 0.9 °C y la cuenca se ubica desde los 50 a 350 msnm aproximadamente (33).
2. Las agrupaciones fisiográficas comprendidas en este estudio

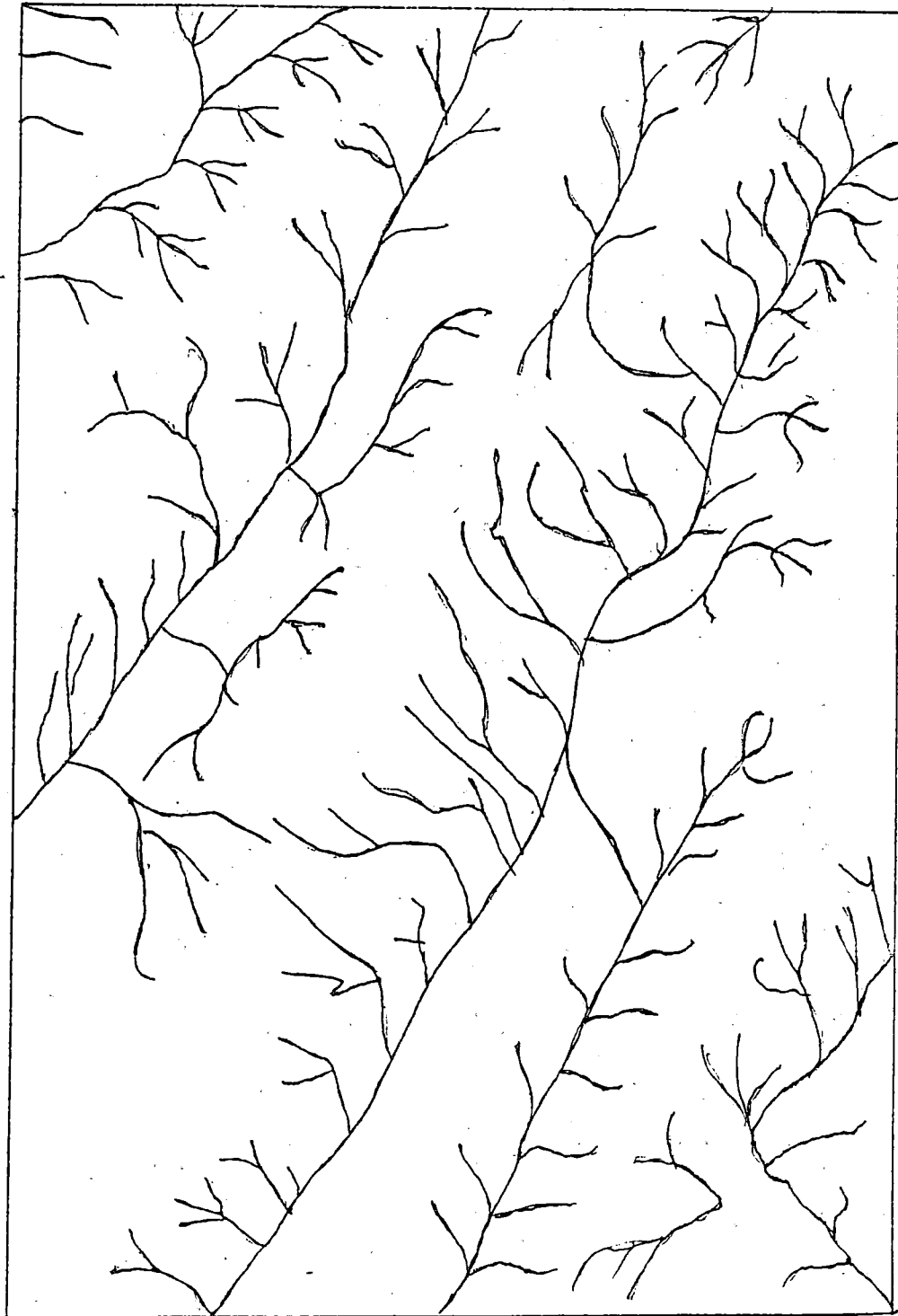


Fig. 2.. Diseño de Avenamiento en enrejado.

se dividen en tres paisajes diferentes:

- a. Sistema montañoso o de pendiente, característico de la parte alta y media de la Sub-cuenca.
- b. Planicies inclinadas de pie de monte, este paisaje es ondulado a ligeramente ondulado, con disecciones moderadas, siendo más evidente en las cercanías de las quebradas, ríos, - es característico de la parte alta y media.
- c. Planicies aluviales costeras.

Característica de la parte baja de la zona costera (16).

Se cuadrículó el mapa con cuadros de  $1 \text{ km}^2$ , los cuales fueron enumerados (Fig. 2), posteriormente se escogió para cada zona un cuadro al azar (Fig. 3). La manera en que se distribuyeron las unidades de muestreo de  $0.1 \text{ Ha}$ , en cada cuadro de  $1 \text{ km}^2$ , fue al azar.

Las unidades de registro de  $100 \text{ m}^2$ , se distribuyeron al azar dentro de cada unidad de muestreo de  $0.1 \text{ Ha}$ . (Fig. 4).

### 3.4. Trabajo de Campo.

#### 3.4.1. Medición de árboles.

En las unidades de registro se tomaron las siguientes mediciones a cada árbol muestreado:

- Altura de fuste, para lo cual se utilizó una cinta métrica de  $3\text{m}$  y para alturas mayores, se utilizó un Suunto. (Anexo A-1).

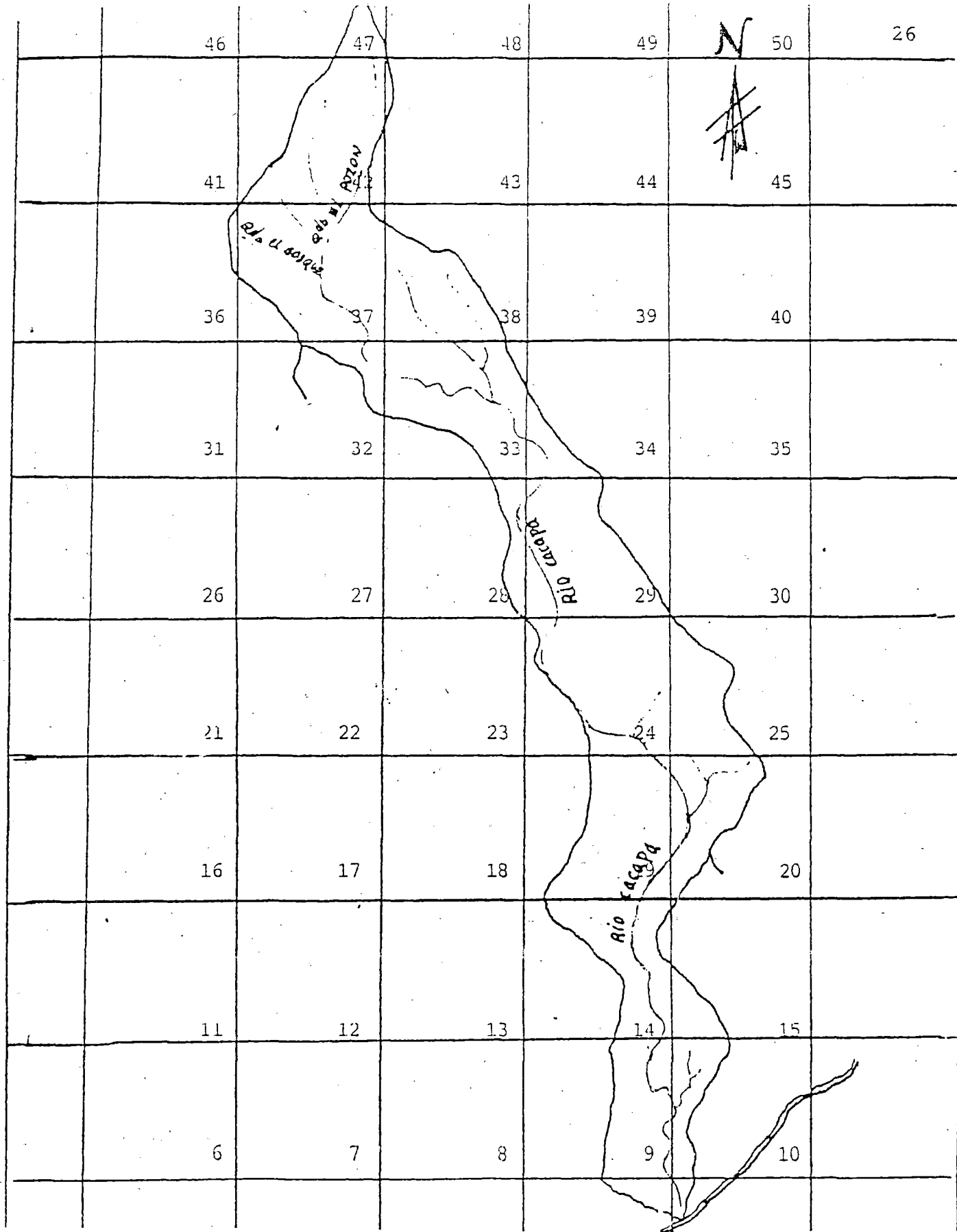


Fig. 3. Ubicación de la Subcuenca del Río Cacapa. La Paz.  
 cuadrante No. 2356 I y II (Jiboa-Olocuilta),  
 Escala 1: 40,000.

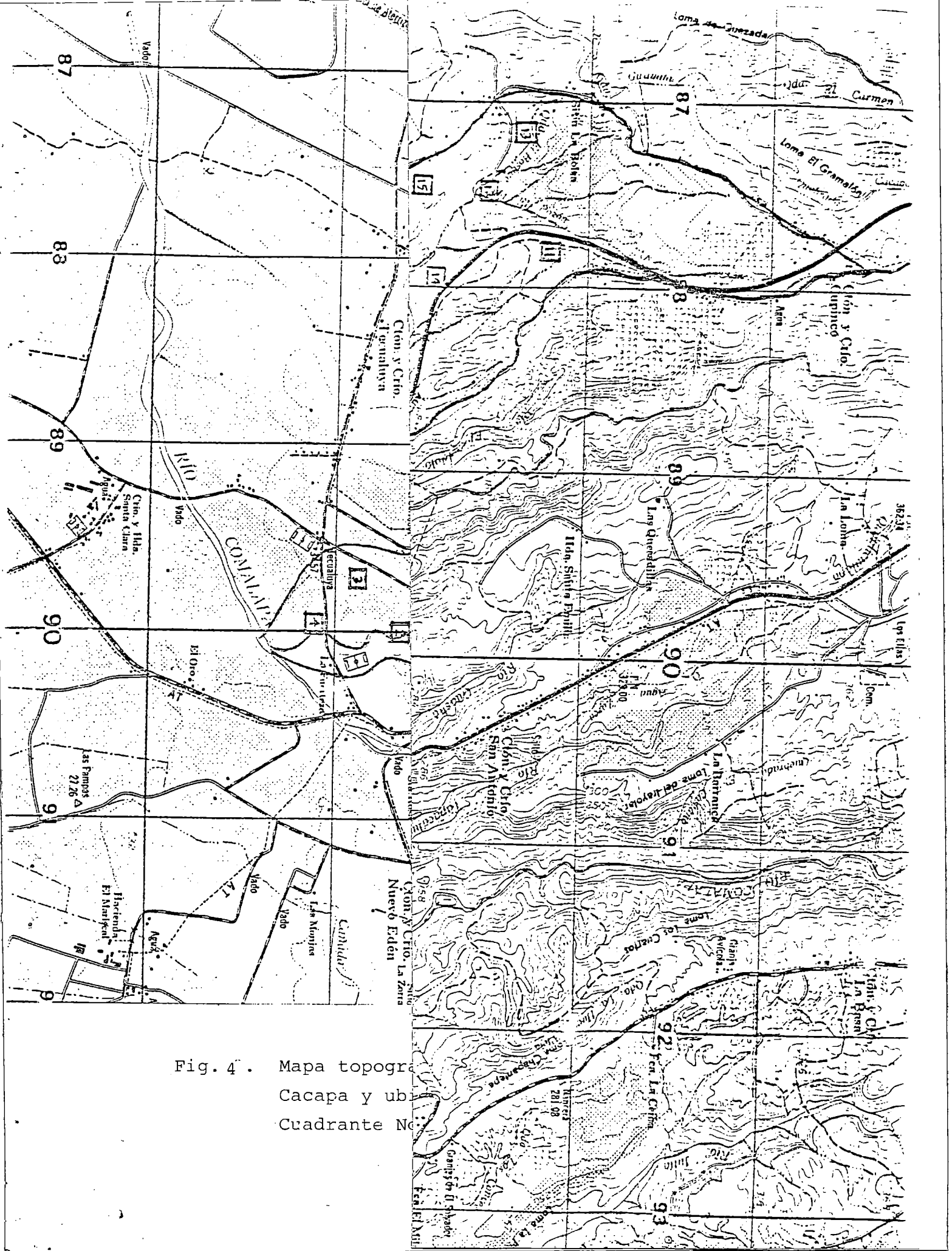


Fig. 4. Mapa topográfico de Cacapa y alrededores. Cuadrante Noroeste.

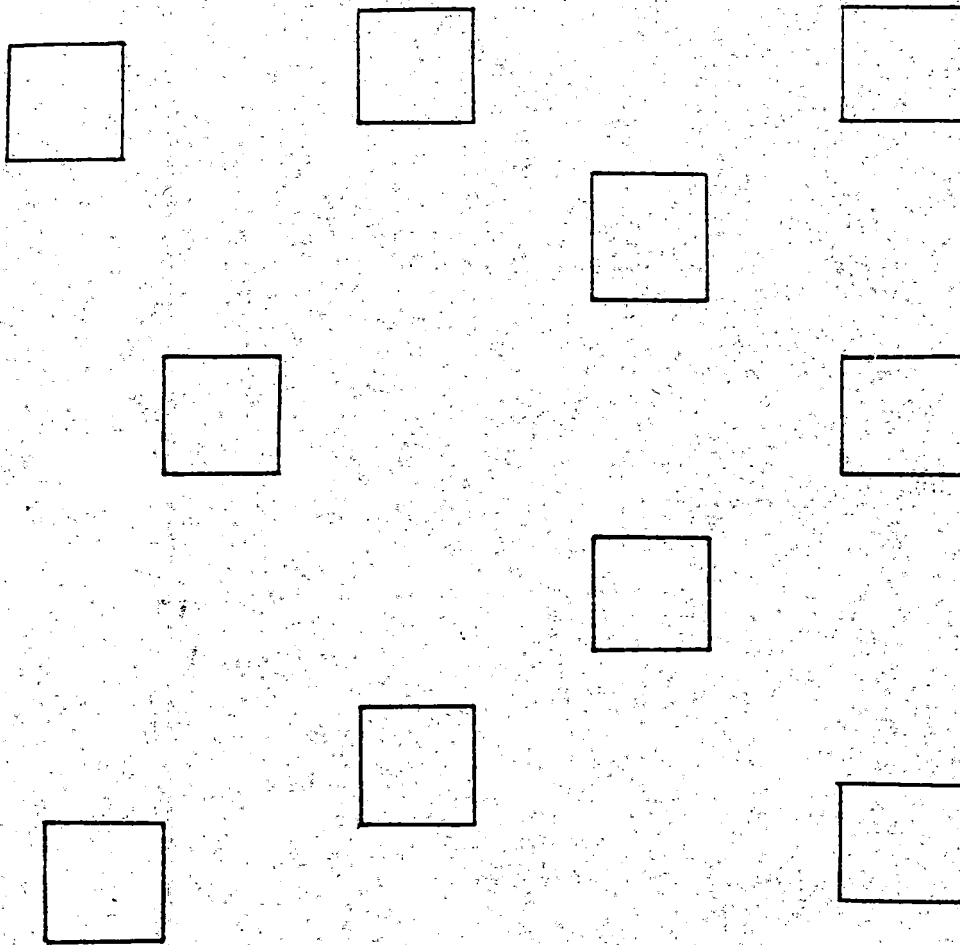


Fig. 5 Distribución de las unidades de registro dentro de la unidad de muestreo. Sub-cuenca del Río Cacapa.

-Circunferencia a la altura del pecho, se tomó esta medida con una cinta métrica de nylon de 30 m.

#### 3.4.2. Medición de Diámetros.

La medición de los árboles en pie se ha generalizado hacerla a 1.30 m del suelo y se denomina con las letras D.A.P. - (Diámetro a la Altura del Pecho). Se ha dispuesto hacerlo a esta altura porque se considera que generalmente a 1.30 m del suelo las raíces ya no ejercen influencia sobre el tocón, además es una altura que un hombre puede trabajar perfectamente (3,38).

#### 3.4.3. Medición de Alturas.

Para la medición de alturas de árboles existen 2 sistemas, como en la medición de circunferencias (directas o indirectos). Entre los directos está en medir con cinta métrica, por lo que es necesario escalar el árbol.

La medición indirecta consiste en una estimación, y puede ser con apoyo de principios geométricos y trigonométricos. Los procedimientos de medición indirecto recurre al empleo de algún instrumento en particular el cual desde una cierta distancia del árbol en base a principios geométricos (triángulos semejantes y trigonométricos), hace posible obtener una estimación confiable de la altura. Estos instrumentos se conocen con el nombre de hysómetros.

En términos generales, los hysómetros, apoyados en principios trigonométricos son los más empleados. Los más conocidos



son: el clinómetro Suunto, el relascopio de Bitkerlich, el altímetro Blume Leiss (3,38).

#### 3.4.4. Toma de muestras vegetales.

Para la identificación correcta de las especies en estudio, se tomaron muestras de hojas, flores y fruto, las cuales se colocaron en bolsas plásticas con un papel toalla humedecido, luego se guardaron en refrigeración, para posteriormente ser identificadas (44).

#### 3.4.5. Clasificación de Suelos

Para la clasificación de tierra de acuerdo a su capacidad de uso se utiliza el método empleado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, que toma los parámetros siguiente: pendiente, configuración topográfica, erosión, drenaje natural, inundación, textura, rocosidad y/o pedregosidad.

### 3.5. Trabajo de Laboratorio.

#### 3.5.1. Identificación taxonómica de las especies arbóreas.

La clasificación en su mayoría se realizó por comparación de las muestras con fotografías de fuentes bibliográficas diversas, por comparación con otros trabajos, identificación directa y consulta de herbarios de el departamento de Biología de la Universidad de El Salvador (8,13,14,18,21,34).

### 3.6. Procesamiento y Análisis de la Información.

#### 3.6.1. Índice de valoración de importancia.

A la información recopilada se le aplicaron algunos métodos estadísticos, determinándose para cada especie: la frecuencia relativa, el área basal relativa y la densidad relativa (Anexo A-2). Con estos datos se obtuvo el índice de valoración de importancia I.V.I., que según Rosales y Salazar, combina los parámetros de distribución de las especies, número de individuos y la biomasa (32).

Los datos obtenidos se resumieron hasta obtener un I.V.I. resumen por especie, dicho resumen es la base para determinar la calidad de sitio (39).

Para realizar el ordenamiento multidimensional de la vegetación arborea, se utilizó la técnica de ordenamiento bidimensional porlar indirecto de Bray y Curtis. Este método está ampliamente comprobado y requiere poca labor computacional y la distorsión del ordenamiento es mínima (32).

La técnica de ordenamiento consiste en ubicar la posición de cada especie arborea en un sistema de gráficos de uno o más ejes según McIntosh y Cox. (39).

El ordenamiento se basó en la comparación de muestras mediante un coeficiente que permitiera establecer en cuanto se asemejan o diferencian los valores, este coeficiente permitió

comparar la información cuantificable obtenida (32).

Para la construcción de la matriz de similitud, se utilizaron los índices de comunidad, los cuales se obtuvieron aplicando la fórmula de Oosting.

$$IC = 2W/A+B \times 100$$

Donde:

IC = Índice de Comunidad.

A = Sumatoria de los valores cuantitativos del sitio "A", de la comunidad A.

B = Sumatoria de los valores cuantitativos del sitio "B" de la comunidad B.

W = Sumatoria de el menor de los valores cuantitativos de cada par de muestras de la comunidad A y B.

Rosales, afirma que los índices de similitud son apreciablemente sensibles a la heterogeneidad, por lo que el índice de disimilitud fue calculado mediante la ecuación siguiente:

$$ID = 100 - IC$$

Donde:

ID = Índice de Disimilitud

IC = Valor calculado para índice de comunidad.

Siendo esta ecuación la aplicada también en este trabajo.

Para la ubicación de cada valor en los ejes de coordenadas se utiliza la siguiente ecuación:

$$X_{ij} = \frac{L^2 + DA^2 - DB^2}{2L}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Ubicación de la unidad de muestreo sobre el eje de coordenadas.

DA = Índice de disimilitud entre el sitio A y el sitio en Comparación.

DB = Índice de disimilitud entre sitio B B y sitio en comparación.

L = Distancia entre núcleos a y B (Índice de disimilitud).

Calculadas las coordenadas  $X_i$  (Anexo A-3) para todos los valores se tiene el ordenamiento de estos sobre el primer eje. Para obtener un ordenamiento bidimensional se calcula para cada núcleo la "bondad de ajuste".

$$e^2 = DA^2 - X^2$$

Donde:

e = Valor e de la bondad de ajuste

DA = Índice de disimilitud entre el sitio A y el sitio en comparación.

X = Valor de coordenada para el primer eje.

El valor mayor obtenido para e, será el nuevo punto "A".

El nuevo punto "B" (punto final) corresponderá al punto más disimil. Ubicados estos puntos se calculan los valores correspondientes al eje "Y" (Anexo 4), con una fórmula similar a la del eje "X".

$$Y = \frac{(L')^2 + (DA')^2 - (DB')^2}{2L'}$$

En el Anexo A-7, se desarrolla un ordenamiento paso a paso, a fin de ilustrar el método.

Este método ha nacido de la necesidad de explicar satisfactoriamente la enorme complejidad de las relaciones vegetación-ambiente (26).

En este trabajo se procesaron las variables de índice de valor de importancia de cada especie forestal en la 15 unidades de muestreo y se relacionó con las clases de suelo por su capacidad de uso según el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Para los ordenamientos se analizaron los datos obtenidos de las especies arbóreas provenientes de las 15 unidades de muestreo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análisis Dasométricos

Los resultados de los análisis dasométricos de las mediciones de campo en las quince unidades de muestreo aparecen en el Anexo A-5. En el cual se incluyen los números de individuos, ocurrencia, área basal, densidad relativa, frecuencia relativa y área basal relativa, datos necesarios para encontrar el índice de valoración de importancia (Cuadro 1). Estos índices son la base para encontrar los índices de similitud y disimilitud con los cuales se construye la matriz (Cuadro 2) que nos permite establecer en cuanto se asemejan o diferencian los valores entre una zona y otra. Esta matriz es fundamental para calcular las coordenadas X e Y (Anexo A-5) en el ordenamiento espacial de las especies forestales encontradas en la sub-cuenca.

Además se presentan los datos de volumen por especie (cuadro 3) donde se toma en cuenta la circunferencia a la altura del pecho y altura de Fuste.

### 4.2. Clasificación Botánica.

Se identificaron las especies forestales (Cuadro 4). En dicho cuadro se reporta para cada especie: nombre común, familia y nombre científico. (8, 13, 14, 18, 21, 34).

CUADRO 2 : Matriz de Índice de Comunidad (I.C.) de la Sub- cuenca del Río  
Cacapa. La Paz

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	*	19.6	-	-	-	33.1	8.2	10.2	13.6	4.2	-	12.6	-	4.9	12.2
2	80.4	*	-	-	-	33.8	-	13.7	6.1	27.8	7.9	11.9	-	3.5	7.6
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	*	-	28.1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	66.9	62.2	-	-	-	*	3.1	8.6	6.4	28.2	9.1	13.7	3.1	8.6	15.9
7	91.8	-	-	-	71.9	96.9	*	-	13.3	-	17.9	-	14.7	-	6.7
8	89.8	86.3	-	-	-	91.4	-	*	20.2	16.3	-	3.8	5.4	32.9	34.0
9	86.4	93.3	-	-	-	93.6	86.7	79.8	*	5.5	7.3	7.6	-	5.8	5.0
10	95.8	72.2	-	-	-	71.8	-	83.7	94.6	*	-	16.4	22.8	20.6	28.2
11	-	92.1	-	-	-	90.9	82.2	-	92.7	-	*	17.3	22.8	5.8	20.5
12	87.4	88.1	-	-	-	86.3	-	96.2	92.5	83.6	82.8	*	18.0	31.5	28.8
13	-	-	-	-	-	96.6	85.4	94.6	-	77.2	77.2	82.0	*	31.2	25.3
14	95.1	96.6	-	-	-	91.4	-	67.4	94.2	79.4	94.2	68.6	68.8	*	36.0
15	87.8	92.3	-	-	-	84.1	93.3	66.0	95.0	71.8	79.5	71.2	74.7	64.0	*
	784.4	767.5	-	-	71.9	936.4	608.2	755.3	908.8	730.1	691.6	838.7	656.8	819.7	879.7

CUADRO 4. Composición florística de especies forestales de la Subcuenca del Río Cacapa. La Paz.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
AHATOCARPACEAE	<u>Achatocarpus nigricans</u> triana	Cuenta Agua
ANACARDIACEAE	<u>Anacardium occidentale</u> jacq.	Marañón
	<u>Mangifera indica</u> L.	Mango
	<u>Spondia purpurea</u> L.	Jocote Pitarrío
	<u>Spondia mombin</u> L.	Jocote Jobo
	<u>Spondia</u> SP	Jocote
ANONACEAE	<u>Anona reticulata</u> L.	Ancna
APOCINACEAE	<u>Plumeria acutifolia</u> poir.	Flor de mayo
	<u>Thevetia peruviana</u> (pearson) Shumann	Chilindron
ARALIACEAE	<u>Sciadodendron excelsum</u> Griseb.	Lagarto
BIGNONIACEAE	<u>Tecoma stans</u> (L.) juss. ex H.B.K.	San Andres
BIXACEAE	<u>Bixa orellana</u> L. Naktan. (Bernal)	Achiote
BOMBACACEAE	<u>Bombax ellipticum</u> (H.B.K.)	Shilo
	<u>Ceiba pentandra</u> (L.) Gaerth	Ceiba
BORAGINACEAE	<u>Cordia alliodora</u> (Ruíz & Pavon) Oken	Laurel
	<u>Cordia dentata</u> poir	Tihuilote



FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
BURSERACEAE	<u>Bursera simaruba</u> (L.)Sarg.	Jiote
COCHLOSPERMACEAE	<u>Cochlospermum vitifolium</u> (Willd) Spregn	Tecomasache
COMBRETACEAE	<u>Terminalia catappa</u> L.	Almendro
CONVOLVULACEAE	<u>Ipomoea arborescens</u> (A.&B.)G.Donn	Siete Pellejos
DILLENIACEAE	<u>Curatela americana</u> L.	Chaparro
ELAEOCARPACEAE	<u>Muntingia calabura</u> L.	Capulín
ESTERCULIAACEAE	<u>Sterculia apetala</u> (Jacq.)Karat.	Castaño
EUPHORBIACEAE	<u>Ficus aucuparium</u> Jacq.	Chilamate
RHAMNACEAE	<u>Karwinskia calderoni</u> Standley	Hüilihüiste
LAURACEAE	<u>Perseaa americana</u> Miller	Aguacate
	<u>Ocotea veraquensis</u> (Meissn)Mez	Canelo Montes
LEGUMINOSEAE	<u>Albizzia caribaea</u>	Conacaste blanco
	<u>Andira inermis</u> D.C.	Almendro de río

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
LEGUMINOSEAE	<u>Bauhinia Purpurea</u> L.	Pie de venado
	<u>Bauhinia aculeata</u> L.	Pata de cabra
	<u>Cassia grandis</u> L. Barnard.	Carao
	<u>Diphysa robinoides</u> Benth	Guachipilin
	<u>Inga sapindoides</u> Will & Linn	Pepeto
	<u>Enterolobium ciclocarpum</u> (Jacq) Griseb.	Coracastè negro.
	<u>Erythrina berteroana</u> Urban	Pito
	<u>Gliricidia sepium</u> (Jacq)Kunt ex Griseb.	Madrecacao
	<u>Hymenaea courbaril</u> L.	Copinol
	<u>Lonchocarpus salvadorensis</u> Pi- ttier.	Cincho
	<u>Lysiloma auritum</u> (Shelecht)Benth	Sicahuite
	<u>Pithecellobium saman</u> (Willd)Benth.	Zorra
	<u>Pithecellobium dulce</u> (Roxb)Benth.	Mangollano
	<u>Sweetia penamensis</u> Bentham.	Chichipate

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
MALPIGHCIACEAE	<u>Byrsonima crassifolia</u> (L.)H.B.K.	Nance
MELIACEAE	<u>Cedrelela odorata</u> L.	Cedro
	<u>Guarea glabra</u> Vahl.	Quita calzón
MORACEAE	<u>Cecropia obtusifolia</u> Bertolini	Guarumo
	<u>Ficus glabrata</u> H.B.K.	Capulamate
	<u>Ficus</u> SP	Amate
MYRTACEAE	<u>Psidium molle</u> Bertolini	Guayabillo
	<u>Psidium sartorianum</u> (Berg)Nießenzu	
OLEACEAE	<u>Ximenia mexicana</u> L.	Pepenance
PALMAE	<u>Coccus nucifera</u> L.	Coco
POLYGONACEAE	<u>Coccoloba barbadensis</u> Jacq.	Papaturro Negro.
RUBIACEAE	<u>Calycophyllum candidissimum</u> (Vahl)DC	Salamo
	<u>Genipa caruto</u> (H.B.K.) Schum	Irayol
	<u>Randia armata</u> (Sw) D.C.	
SIMAROUBACEAE	<u>Simaruba glauca</u> D.C.	Aceituno

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
STERCULIACEAE	<u>Guazuma</u> <u>ulmifolia</u> Lamard	Caulote
	<u>Sterculia</u> <u>apetala</u> (Jacq.) Karat.	Castaño
TILIACEAE	<u>Luehea</u> <u>candida</u> (D.C.)Martino	Cabo de hacha
	<u>Apeiba</u> <u>tibourbou</u> Aubl.	Peine de mico
VERBENACEAE	<u>Tectona</u> <u>grandis</u> L.F.	Teca

### 4.3. Factores Edáficos.

#### 4.3.1. Clasificación de Suelos.

El grupo, serie y clases de suelo por capacidad de uso, se tomaron de mapas existentes en el departamento de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador (Fig. 5).

La ubicación de las unidades de muestreo, así como sus clases de suelo, grupo a que pertenece, serie y usos aparecen en el cuadro 5. El cual se elaboró a partir del informe, sobre el estudio semidetallado de suelos de los cuadrantes de Olocuilta y Río Jiboa (9,10).

Con los datos anteriores se hizo la ubicación espacial de sitios para el estrato arboreo (cuadro 6).

#### 4.3.2. Descripción para los diferentes tipos de suelos clasificados.

##### 4.3.2.1. Clasificación por Serie.

#### Jbb. Jiboa-Toluca Franco Arenoso en Planicies Aluviales.

Se encuentra en planicies aluviales sin relieve y sin disección. Las pendientes predominantes son menores de 2%. Las capas inferiores están formadas principalmente por cenizas y arenas pomicíticas mezcladas con arenas oscuras. En la época no lluviosa son suelos bastante secos. Pertenecen al gran grupo de los regosoles. Los horizontes superiores son franco arenosos

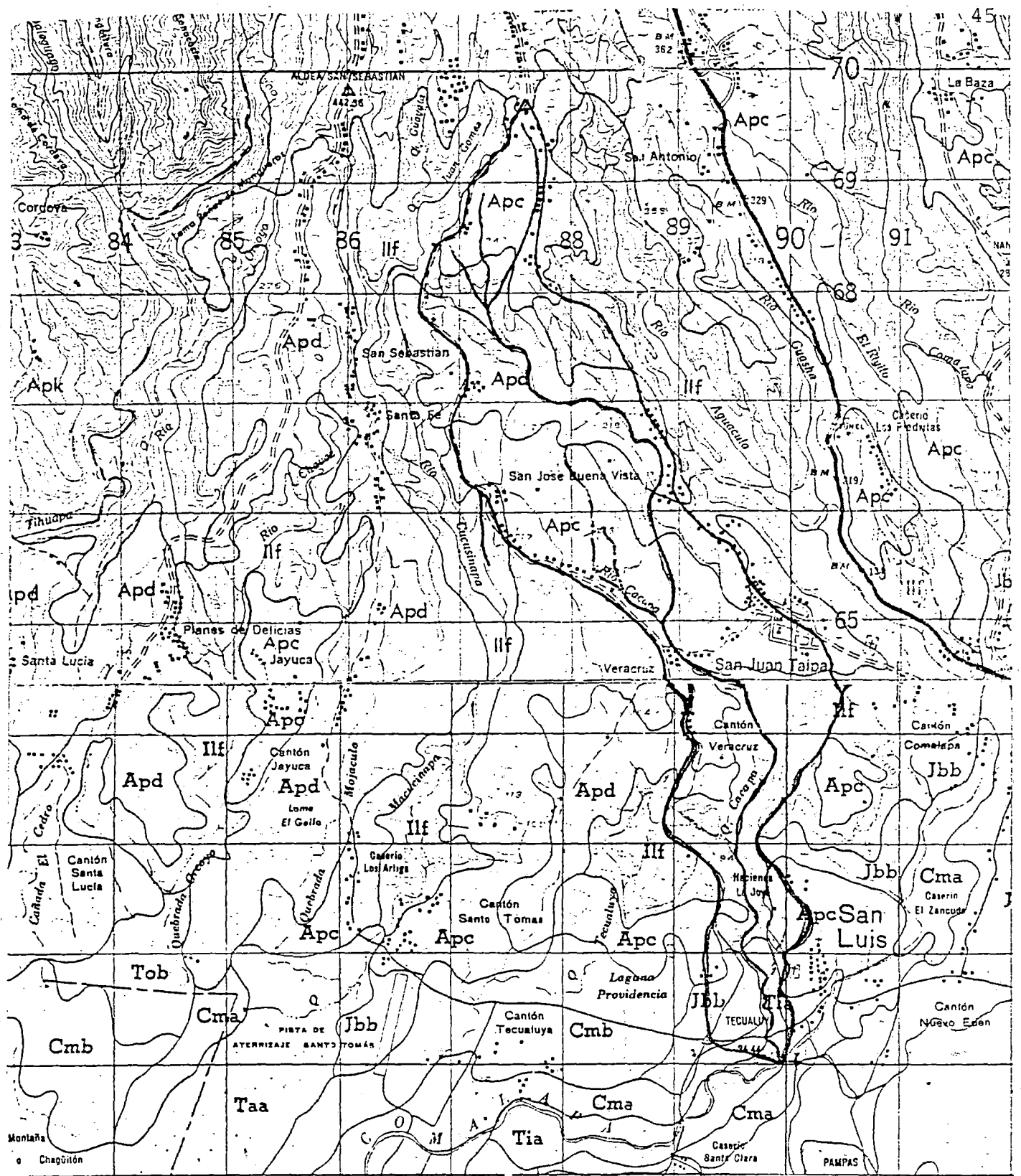


Fig. 6'. Mapa pedológico. Distribución de las diferentes series de suelo en la Sub-cuenca del Río Cacapa. Cuadrante 2356 I Olocuilta, 2352 II Jiboa. Escala 1:50,000.

CUADRO 5, Clasificación de Suelos para las Unidades de Muestreo de la Sub-cuenca del Río Cacapa.

ZONA	UNIDAD DE MUESTREO	SERIE	CLASE	GRUPO
BAJA	1	Jiboa-Toluca Franco arenoso en planicies aluviales. Jbb	II es	Regosoles
	2	Jiboa-Toluca Franco arenoso en planicies aluviales. Jbb	I	Regosoles
	3	Tilapa arenoso en planicies aluviales. Tia	III <sub>s</sub>	Regosol Aluviales
	4	Jiboa-Toluca Franco arenoso en planicies aluviales. Jbb	I	Regosoles
	5	Comalapa Franco arenoso fino en planicies aluviales. Cma.	II <sub>h</sub>	Regosol Aluvial
	6	Ilopango-Tonacatepeque muy accidentado en terrenos elevados. IIf.	VII e <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	Regosoles y Litosoles
MEDIA	7	"	VI e	"
	8	Apopa Ondulado en planicies. Apc.	III e	Regosol
	9	"	III e	"
	10	"	IV e	"
ALTA	11	Ilopango-Tonacatepeque muy accidentados en terrenos elevados IIf.	IV e <sub>1</sub>	Regosales y Litosales
	12	Apopa Ilopango Alomado en planicies Apd.	III e <sub>1</sub>	Regosal
	13	"	IV e <sub>1</sub>	"
	14	"	VI es <sub>1</sub>	"
	15	"	VI es <sub>1</sub>	"

CUADRO 6 Ubicación Especial de Sitios por Estrato Arbóreo  
y clase de Suelo en la Sub-cuenca del Río Cacapa.

	SITIOS	DE	MUESTREO
	1	-	15
	CLASE	I	y II
Estrato Arbóreo	1, 2, 4, 5,		
	CLASE	III	- IV
	3, 8, 9, 10, 11, 12, 13		
	CLASE	VI	- VII
	6, 7, 14, 15		



y francos. Son suelos con los cultivos de maíz, maicillo, caña de azúcar y algodón. Hay áreas con pastos y otras con remanentes del bosque húmedo caliente primitivo.

Tia. Tilapa Arenoso en planicies aluviales.

Se encuentran en terrazas aluviales de reciente formación. Generalmente son áreas a la orilla de los ríos, que sufren inundaciones en los períodos de fuertes lluvias. Las pendientes son menores de 2%. El drenaje interno se ve restringido por la baja posición y cercanía de los ríos. Estos suelos pertenecen al gran grupo de los Regosoles aluviales. Los estratos superiores son franco arenosos y arenosos.

Actualmente se cultivan el maíz, pastizales.

Cma. Comalapa Franco Arenoso Fino en Planicies Aluviales.

Se encuentra en planicies aluviales sin disección y sin relieve. Las pendientes predominantes son menores de 2%. Por su posición baja y cercana a ríos, pueden éstas áreas sufrir inundaciones durante los prolongados períodos lluviosos.

El drenaje, tanto interno como externo, son buenos, pero por la baja posición que tienen, es posible que el manto de agua suba a niveles peligrosos para las plantas durante los fuertes períodos lluviosos.

Pertenecen al gran grupo Regosol Aluvial. En resumen son

suelos francosos, friables, permeables, no pegajosos, y capaces de dar buenas cosechas. En gran parte estas tierras se ocupan en cultivos de avituallamiento: maíz, arroz, etc. El resto lo ocupan pastos y malezas.

IIF. Ilopango-Tonacatepeque muy accidentado en Terrenos Elevados.

Se encuentra en áreas fuertemente diseccionadas situadas en planicies inclinadas, antiplanicies o bloques montañosos. El relieve local varía de moderado a alto. Comprende esta unidad tanto los farallones, como las áreas al pie de ellos y los valles largos y estrechos de topografía irregular.

Las pendientes varían grandemente, se pueden encontrar desde 10% hasta paredones verticales. En general, no hay problemas por drenaje, pero sí por el peligro de erosión. En la época no lluviosa los terrenos en partes muy inclinadas o partes altas son bastante secos, no así en las depresiones y pequeños valles que guardan una adecuada humedad por bastante tiempo.

Estos suelos pertenecen a los grandes grupos de los Regosoles y de los Litosoles. Los primeros son los predominantes. Debajo o aflorando en las partes más diseccionadas, se encuentran los Litosoles, representados por gruesos estratos de tobas fundidas. La capacidad de producción depende de la profundidad de los suelos y varía de moderada a baja.

Estas tierras son ocupadas con cultivos de subsistencia por métodos manuales o con la ayuda de bueyes, algunos lugares están ocupados con pastos naturales entre mezclados con maleza y pequeños remanentes del bosque caducifolio primitivo.

Apc. Apopa Ondulado en Planicies.

Se encuentra en planicies inclinadas de pie de monte. Son áreas de ligera a moderadamente diseccionadas. Las pendientes generalmente no pasan del 15%, predominando las menores de 8%. El relieve local es bastante bajo (menor de 15 ml). Estos suelos pertenecen al gran grupo Regosol.

En resumen, son suelos francos, friables, permeables, ni plásticos ni pegajosos y con moderada capacidad de retener agua. La capacidad de producción es buena. En parte, estas tierras están ocupadas con cultivos intensivos, principalmente maíz, maicillo, arroz. Por su posición y pendientes, estas tierras ofrecen fuertes limitaciones para el uso del riego. Posiblemente el método por aspersión sea el más adecuado en las áreas posibles de regar.

Apd. Apopa Ilopango Alomado en Planicies.

Se encuentra en planicies inclinadas de pie de monte. Son áreas de moderada a fuertemente diseccionadas, las pendientes en general son menores de 30% predominan las comprendidas entre 12 y 20%. El relieve local es bajo a moderado (10-35m).

Estos suelos pertenecen al gran grupo Regosol. La capacidad de producción se puede promediar como moderada. En su mayor parte estas tierras están ocupadas con cultivos intensivos, principalmente de avituallamiento: maíz, arroz, maicillo, etc. Hay áreas con caña de azúcar, diversas clases de frutales y pastos.

#### 4.3.2.2. Clasificación de Acuerdo a su Capacidad de Uso.

##### CLASE I.

Son tierras aluviales constituidas por materiales pomici-  
ticos finos sobre materiales del mismo origen pero un poco  
más gruesos, en cuanto a su textura; está localizada esta clase  
en planicie de pie de monte y en la transición de ésta con  
la planicie costera. Estas tierras son planas o casi planas,  
con una pendiente de 0-2%, sin problemas de erosión con una  
profundidad efectiva mayor de 1.50 m; de texturas medias, sin  
pedregosidad, con un buen drenaje.

##### CLASE II es.

Son tierras aptas para la labranza intensiva con maquina-  
ria agrícola, por su buena capacidad productiva que presentan  
pero debido a su pendiente, peligro de erosión y características  
texturales originan una selección de cultivo para su uso más  
adecuado. La configuración topográfica varía de ligeramente  
inclinada a ondulada suave, pendiente 2-4%, son tierras suscep-



tibles a la erosión.

#### CLASE II h.

Son tierras de la planicie aluvial, cortadas por ríos y quebradas. Son tierras con una topografía plana a ligeramente ondulada, erosión ligera, el drenaje natural es moderadamente debido a su posición baja.

#### CLASE III s.

Se encuentra en planicie aluvial y costera, cortada por ríos y quebradas. Son tierras planas a ligeramente onduladas, erosión ligera, pendiente 0-5%, presentan pedregosidad y/o rocosidad aislada pero poca.

#### CLASE IIIe, IIIe<sub>1</sub>.

Se encuentran estas tierras en planicie de pie de monte y serranías. La topografía es ondulada a ondulada suave, llegando hasta el rango alomado, erosión ligera a moderada, pendiente del 5-30%, la textura dominante es la franca arcillosa, franco arenosa. Este tipo de suelo es bien susceptible a la erosión.

#### CLASE IVe, IVe<sub>1</sub>.

Son tierras situadas en planicie de pie de monte, con moderada disección, predominando las pendientes en un rango

de 13-25%. Estas tierras son alomadas a onduladas, erosión ligera a moderada, la rocosidad y pedregosidad es sin a ligera.

CLASE VIe, VIes.

Tierras de pie de monte en posición inclinada, disección ligera a moderada, pendiente mayor de 25%, la profundidad efectiva está limitada por toba y roca, son áreas bien drenadas.

CLASE VII e<sub>1</sub>s<sub>2</sub>.

Estas unidades se encuentran en faldas de terrenos elevados, cerros y montañas, disección moderada. La topografía es quebrada a alomada, la erosión es severa, las pendientes son de 36-70%, la profundidad efectiva limitada por roca parcialmente meteorizada, la rocosidad es severa a moderada, el drenaje es rápido.

#### 4.4. Datos Climáticos.

##### 4.4.1. Clima

Es el correspondiente a Sabana Tropical caliente (36).

La altura mínima es de 37 msnm, la máxima de 420 msnm.

La estación seca corresponde a los meses de Noviembre-abril, y la estación lluviosa corresponde a los meses de Mayo-Octubre.

##### 4.4.2. Precipitación.

La cantidad anual de lluvia interpolada de mapas de Isoyetas normales de 30 años de registro en m.m., para las estaciones más cercanas son las siguientes:

Rosario de La Paz	1767 mm
Hacienda Astoria	1727 mm
Campo Experimental y de Prácticas de la U.E.S.	1465.2 mm

##### 4.4.3. Temperatura.

Los datos se tomaron de la estación más cercana a la subcuenca.

- Santa Cruz Porrillo

media, 26.8 °C; máxima, 34.6 °C; mínima, 21.3 °C

- Campo Experimental de UES

media, 26.4 °C; Máxima, 34.3 °C; mínima 21.2 °C.

#### 4.4.4. Humedad.

La humedad relativa del área es 73% de promedio -- anual. En la zona baja de la subcuenca es muy característica la brisa del mar.

#### 4.5. Ordenamiento Espacial de las Unidades de Muestreo.

El ordenamiento espacial de las especies forestales según la calidad de sitio de la subcuenca se visualiza en la figura (6). Esta distribución espacial se realizó a partir de los ejes de ordenamiento (Anexo A-5) los cuales se obtienen a partir de los índices de disimilitud, que vienen relacionados con los índices de valoración de importancia (IVI) de cada especie forestal, que es el aspecto en el cual se basó la toma de datos de campo. En el ordenamiento realizado en la subcuenca se visualizan dos asociaciones de especies arbóreas.

##### Asociación A:

Corresponde a la zona uno o baja y a la zona media, formada por las unidades de muestreo: 1, 5 y 6 las especies más dominantes son: Ceiba, mangollano, zorra, coco y chilamate. Corresponde a una asociación Ceiba pentandra- Pithecellobium dulce.



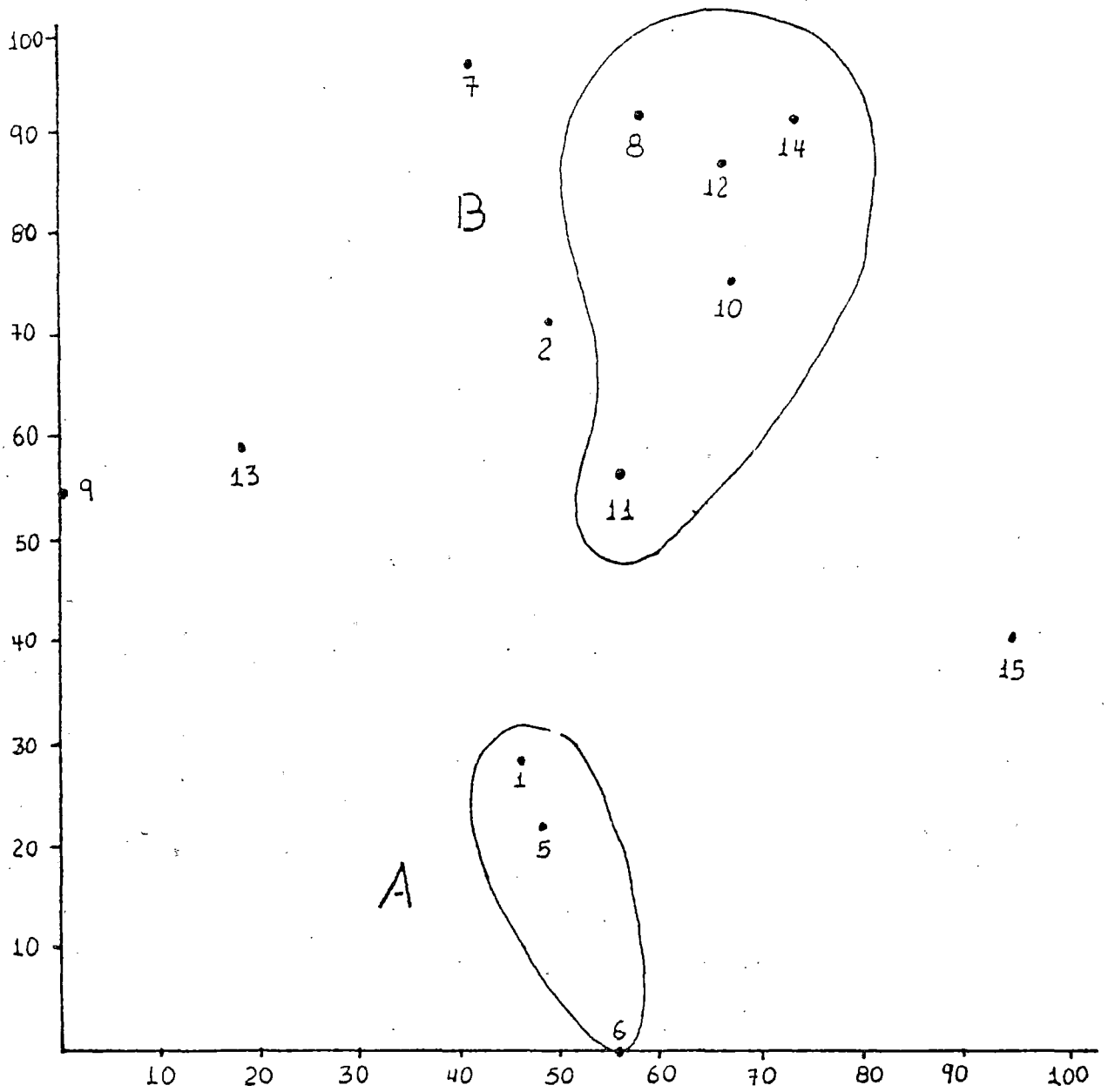


Fig. 7 Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de las especies forestales de la subcuenca del Río Cacapa.

La Paz.

## Asociación B.

Corresponde a la zona tres c alta y a la zona media formada por las unidades de muestreo: 8, 10, 11, 12 y 14. Las especies más dominantes son: amate, jiote, conacaste blanco, teca y guachipilin. La cual corresponde a una asociación Ficu sp Bursera simaruba.

Puede observarse que en la subcuenca se encuentran especies dominantes por zonas de estudio, las cuales se detectan por los valores altos del índice de valor importancia (IVI). (Cuadro 7).

En resumen puede observarse que las asociaciones forestales formadas en la subcuenca presentan diferentes clases de suelo (cuadro 8).

Puede observarse que aún dentro de las comunidades vegetales se desarrollan especies dominantes, en este muestreo se han definido 7 especies forestales dominantes, las cuales se han detectado por su índice de valor de importancia IVI que es mayor y en las cuales su frecuencia se mantienen dentro de las asociaciones forestales antes señaladas.

La ubicación espacial de las especies forestales dominantes se realizó dentro de los ordenamientos del estrato florístico a que pertenecen (fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13), tomando como base los índices de valor de importancia.

Dichas especies son las siguientes: Ficus aucuparium, Enterolobium ciclocarpum, Albizzia caribaea, Andira inermis, Cordia alliodora, Bursera simaruba y Ficus sp.

CUADRO 7 Especies Dominantes en las tres zonas de estudio  
de la Sub-cuenca del Río Cacapa. La Paz.

ZÓNAS			
ESPECIES	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
CILAMATE	101.43		
ZORRA	80.49		
CEIBA	300.00		
MANGO LLANO	63.60	76.17	
COCO	69.95	97.93	
ALMENDRO DE RIO		160.21	
CONACASTE BLANCO		148.97	
GUACHIPILIN		86.92	
ACEITUNO		75.44	81.90
LAUREL		104.73	167.64
CONACASTE		72.14	115.54
AMATE NEGRO			166.08
JIOTE			146.75
TECA			87.48
COPINOL			74.84

CUADRO 8. Asociaciones Vegetales del Estrato Arboreo de  
la Sub-cuenca Río Cacapa, La Paz.

ASOCIACION A		ASOCIACION B	
SITIO	CLASE DE SUELO	SITIO	CLASE DE SUELO
1	II es	8	III e
5	II hl	10	IV e
6	VII e <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	11	IV e <sub>1</sub>
		12	III e <sub>1</sub>
		14	VI e <sub>1</sub>

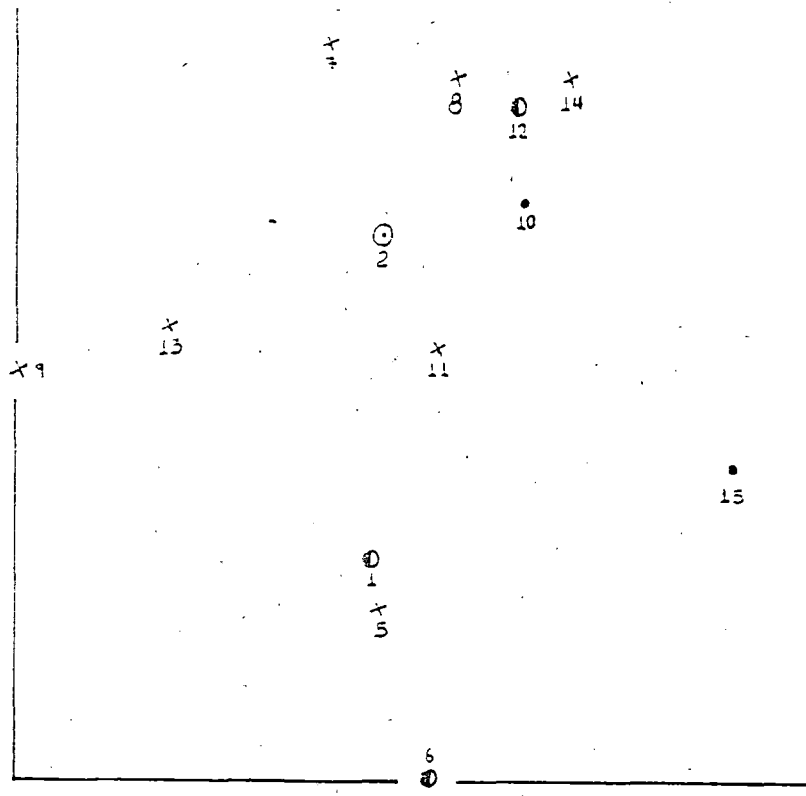


Fig. 8. Ordenamiento bidimensional tipo polar Indirecto de Ficus aucuparium. subcuena del Río Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = ● ; 20-50 = ⊙ ; 50-100 = ⊕ ; + de 100 = ⊗

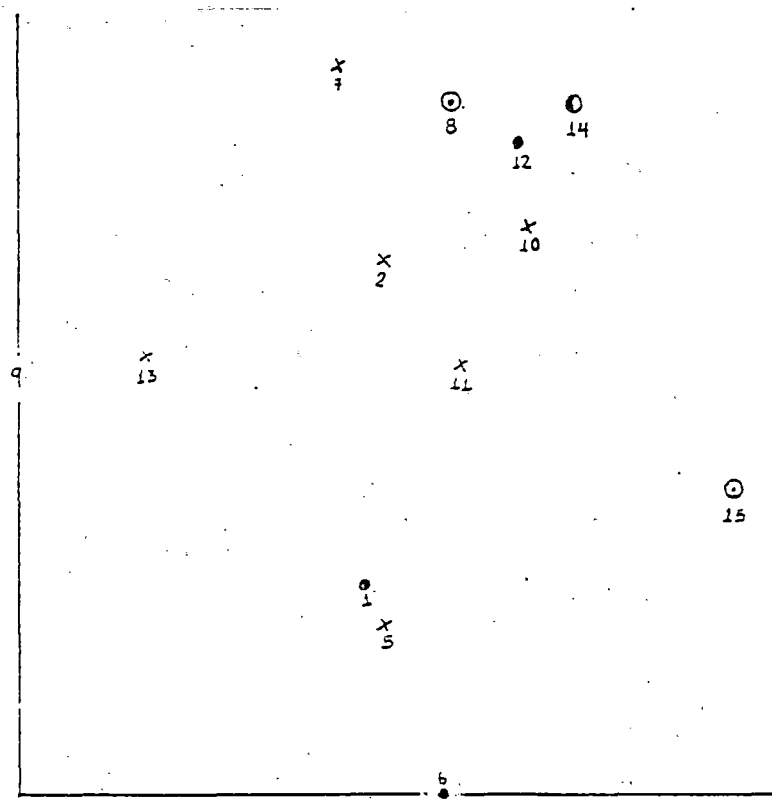


fig. 9 . Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de Enterolobium cyclocarpum. Subcuena del Río Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = ● ; 20-50 = ⊙ ; 50-100 = ⊕ ; - de 100 = ⊗

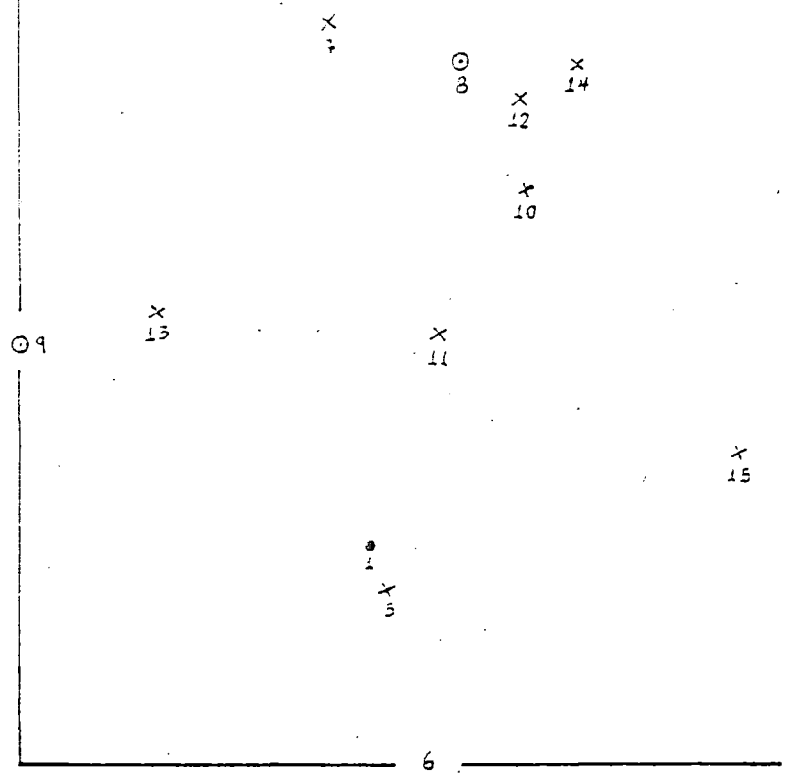


fig. 10 Ordenamiento bidimensional tipo polar. Indirecto de Albizzia caribaea. Subcuenca del Rio Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = •; 20-50 = ⊙; 50-100 = ⊚; + de 100 = ⊛

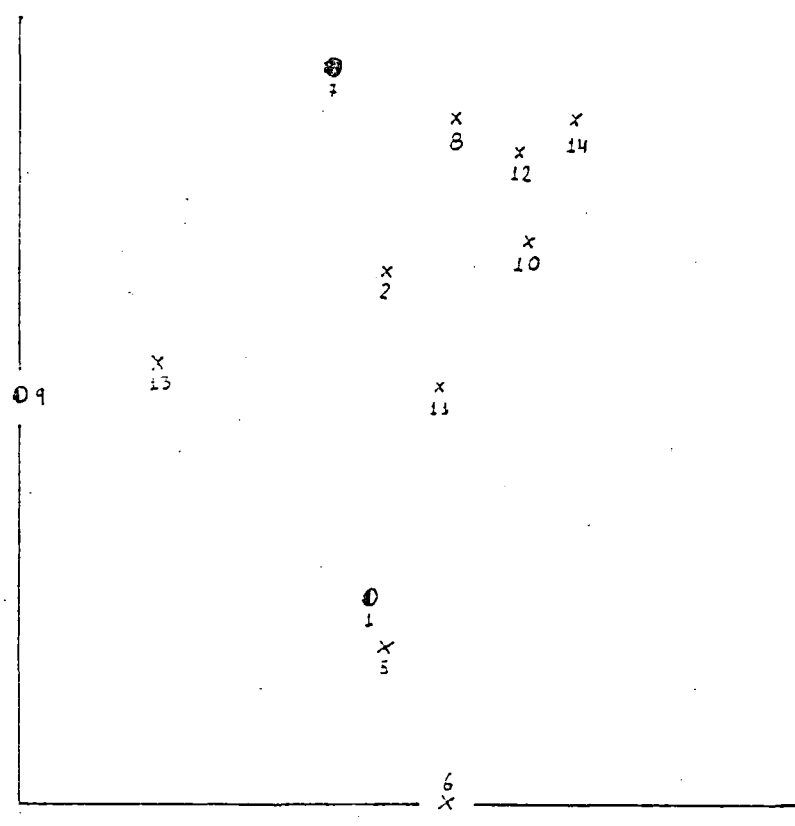


fig. 11. Ordenamiento bidimensional tipo polar. Indirecto de Ancira inermis. Subcuenca del Rio Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = •; 20-50 = ⊙; 50-100 = ⊚; + de 100 = ⊛

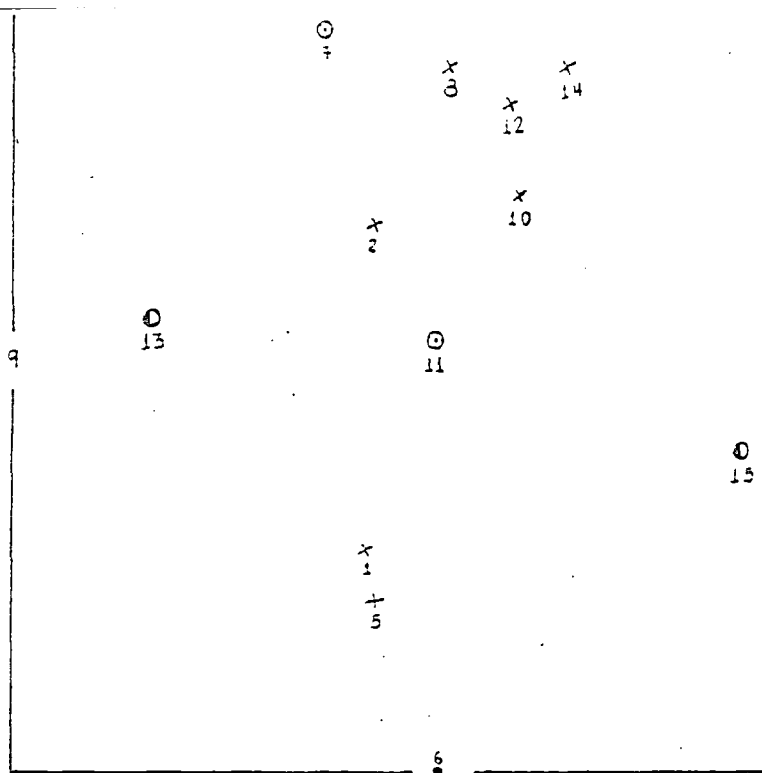


Fig. 12. Ordenamiento bidimensional tipo polar. Indirecto de Cordia alliodora. Subcuenca del Río Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = ● ; 20-50 = ⊙ ; 50-100 = ⊕ ; + de 100 = ●

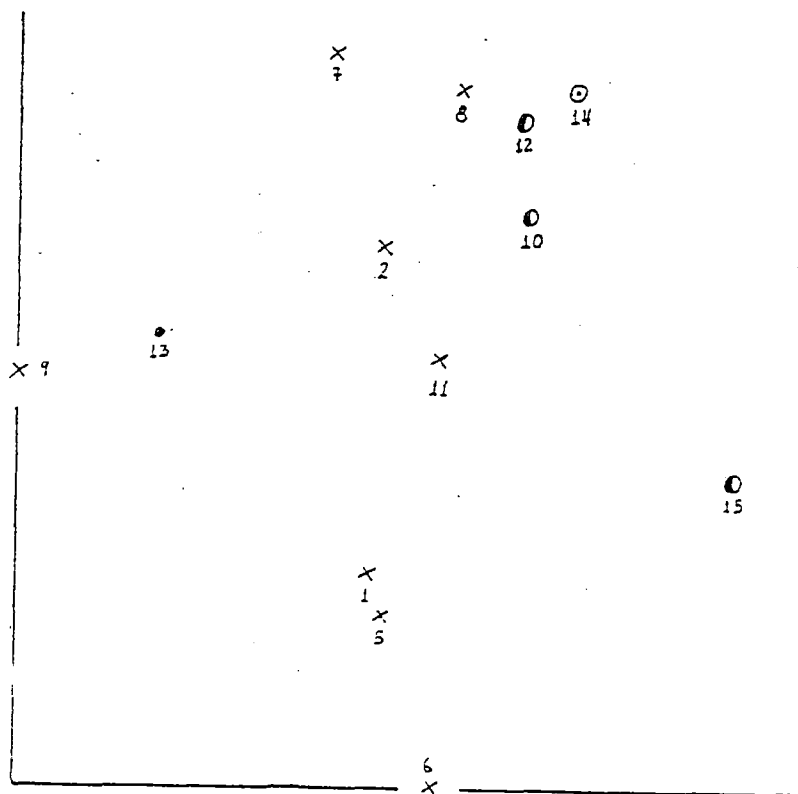


Fig. 13. Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de Bursera simaruba. Subcuenca del Río Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = ● ; 20-50 = ⊙ ; 50-100 = ⊕ ; + de 100 = ●

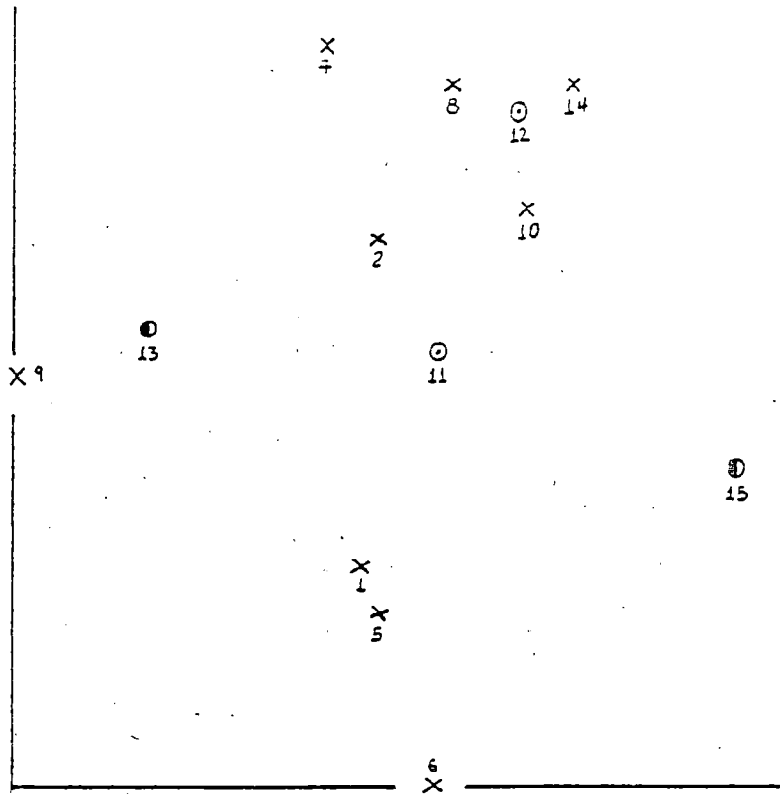


Fig. 14. Ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto de Ficus sp. Subcuenca del Río Cacapa. La Paz. Las categorías son: 0-20 = ● ; 20-50 = ⊙ ; 50-100 = ⊗ ; + de 100 = ⊗



#### 4.6 Clasificación de la calidad de Sitio

En el cuadro 9 se presenta la clasificación de la calidad de sitio por especies, la cual es la combinación del suelo, clima y vegetación.

Cuadro 9. Clasificación de la Calidad de Sitio para especies arbóreas de la Subcuenca del Río Cacapa.

ESPECIE	CLASE ( UNIDAD DE CAPACIDAD)	TEXTURA	CLIMA	IVI
Chilamate	I, II, III, IV, VI, VII	F, FL, FA, FCA	Awaiç	175.88
Castaño	II	F, FA		15.36
Mangollano	II, VI, VII	F, FA, FCA, AC		146.78
Zorra	I, II	F, FL, FA		80.49
Conacaste Negro	II, III, VI, VII	F, FL, FA, AC		202.34
Conacaste Blanco	II, III	F, FA, FL		165.04
Almendro de Río	II, III, VI	F, FA, FL		184.72
Cuentagua	II	F, FA, FL		32.81
Cincho	II	F, FA, FL		39.32
Quita Calzón	I, III	F, FL, FA		50.49
Aguacate	I	F, FL		23.82
Marañón	I, III, IV	F, FL, FA		65.82
Jocote	I, IV, VII	F, FA, FCA		48.98
Coco	I, IV, VII	F, FA, FCA		167.88
Achote	I,	F, FL		9.16
Mango	I, III, IV	F, FL, FA		104.76

ESPECIE	CLASE	TEXTURA	CLIMA	IVI
Almendro	I	F, FL	Awaig	9.16
Guarumo	I, III, IV, VI	F, FA, FCA		81.56
Ceiba	II, VI	F, FA		384.34
Laurel	IV, VI, VII	FA, FCA		222.37
Cedro	III, VII	FA, F		49.91
Tihuilote	IV, VII	F, FA, FCA		26.5
Guayabillo	VII	FCA		10.75
Guachipilin	III, VI, VII	F, FA, FCA, AC		107.92
Sicahuite	III, VII	F, FCA, AC		57.06
Caimito	VII	FCA, AC		17.34
Anona	VII	FCA, AC		8.5
Aceituno	III, IV, VI	F, FA, AF		157.34
Chichipate	III	F, FA		47.46
Caulote	III, IV, VI	F, FA, FL		40.82
Jocote Jobo	III	F, FA		38.08
Tecomasuche	IV	FA, FC		58.28
Pepeto	IV	FC, FA		28.96
Jiote	III, IV, VI	F, FL, FA		174.6
San Andrés	IV	FA		21.46
Pito	IV, VI	FA		23.46
Nance	III, IV	F, FL, FA		19.84
Siete Pellejos	IV	FC, FA		15.55
Amate	III, IV, VI	F, FA, FC		166.08
Teca	IV	FA, FC		87.48
Capulin	IV	FA, FC		30.14

ESPECIE	CLASE	TEXTURA	CLIMA	IVI
Papaturro Negro	IV	FA,FC	Awaig	29.11
Sálamó	III	F,FL,FA		20.18
Capulamate	III	F,FA		21.49
Chilindron	III	F,FL,FA		8.64
Shilo	III	F,FA,FL		17.32
Cabo de hacha	III,VI	F,FA,FC		33.44
Copinol	III,IV,VI	F,FA,FC		74.84
Carao	III,VI	F,FA,FC		27.47
Flor de Mayo	III	F,FA		13.11
Crucito	III	F,FA		8.64
Chaparro	IV	FCA,FC		13.80
Peine de Mico	IV,VI	FCA,FC		52.88
Canelo Montes	IV	FC,FA		16.29
Pata de Cabra	IV	FC,FA		10.02
Huilihuiste	IV,VI	FC,FA,FCA		43.35
Lagarto	IV	FCA		11.53
Irayol	IV	FCA,FC		10.80
Madrecacao	VI	FA,FC		29.22
Pie de Venado	VI	FC,F		19.89
Pepenance	VI	FA		10.25
Tempate	VI	FA		8.40
Jocote Pitarrio	VI	FAC		17.77

## 5. DISCUSION DE RESULTADOS

### 5.1. Análisis Dasométricos.

En el anexo A-2, se presenta el resumen de los datos dasométricos de las 64 especies arbóreas encontradas en la Sub-cuenca del Río Cacapa. Se aprecia una distribución zonificada de las especies, observándose una diferencia cuantitativa de especies e individuos. En la zona baja la cantidad de especies es de 19 y el número de individuos 47, en la Zona media la cantidad de especies es de 31 y el número de individuos 90 y en la Zona alta el número de especies es de 42 y el número de individuos fue de 118. El aumento que se observa de las especies así como los individuos coincide con la estratificación de la subcuenca. Esto puede ser debido a que en la zona baja las clases de suelo que se determinaron (cuadro 5), son clase I, II y III; suelos que por sus pendientes menores del 12% son aptos para cultivos intensivos y extensivos, lo cual concuerda con la desaparición de los bosques de la planicie costera por la implementación del cultivo del algodón, según Guevara (17).

Marroquín (22) dice, que en un lapso de 25 años se ha talado el 79% de la planicie costera.

Según Holdrige (20), por debajo de los 50 msnm en áreas de ladera de terrenos volcánicos donde hay menos competencia con los cultivos comerciales y con menos densidad de población

y con suelos más profundos existe todavía la posibilidad de plantaciones forestales comerciales para producción de madera condicionando esta producción al período de descanso de las tierras cultivadas con granos básicos. Según lo observado para la zona media y alta, las especies y número de individuos son mayores con relación a la zona baja, esto puede ser a que las clases de suelos determinados en dichas zonas (cuadro 5), son en su mayoría tierras de categoría IV, V, VI, VII, suelos que por sus restricciones no son aptos para cultivos limpios, por lo que el grado de deforestación es menor. Otra razón es la densidad poblacional lo cual se observó en mayor número en la zona baja que zona media y alta.

Las especies que están más distribuidas en la subcuenca son: Ficus aucuparium y Enterolobium cyclocarpum en 6 sitios; Cecropia obtusifolia, Cordia alliodora y Bursera simaruba en 5 sitios; Ficus sp en 4 sitios, esto es debido a las características propias de cada especie, las cuales presentan un amplio rango de adaptabilidad a las condiciones climáticas y edáficas ( Cuadro 10 ).

También en el cuadro 1, la especie Ceiba pentandra presenta un IVI de 300, el muestreo dió como resultado una sola especie y un solo individuo en dicha unidad de muestreo, en el lugar se observó una deforestación completa, por lo que actualmente dichas tierras se ocupan para potreros y cultivos limpios.

Cuadro 10 Características de Adaptabilidad de las especies dominantes en la Subcuenca del río Cacapa.

ESPECIE	CLASE DE SUELO	ADAPTABILIDAD	ELEVACION
<u>Enterolobium ciclocarpum</u>	II, III, VI, VII	Se encuentra en sitios húmedos a menudo en la orilla de ríos y arroyos .	0-1,500
<u>Ficus aucuparium</u>	I,II, III, IV,VI, VII	Casi siempre en orillas de ríos y arroyos.	0-1,400
<u>Bursera simaruba</u>	III, IV, VI	Se encuentra en cualquier sitio.	0-1,300
<u>Ficus sp</u>	III, IV, Vi	Poco común dentro del bosque a veces en sitios húmedos.	0-1,200
<u>Cordia alliodora</u>	IV, VI, VII	Se encuentra en sitios algo secos, a menudo en las colinas.	0-1,300
<u>Andira inermis</u>	II, III, Vi	Arbol que poco común y se encuentra en sitios no muy secos.	— —
<u>Albizia caribaea</u>	II, III	Se encuentra en sitios húmedos, casi siempre cerca de los ríos y arroyos.-	0-900

## 5.2. Clima

El clima según la clasificación climática de Köppen, se ubica en el tipo climático Awaig, correspondiente a Sabana tropical caliente, lo cual está determinado por los datos que aparecen en los cuadros 11 y 12 y figuras 14,15, 16 y 17. Este clima es característico de zonas que van de 0 a 800 msnm. La Subcuenca del Río Cacapa se encuentra entre 37 y 400 msnm. El tipo de clima y las condiciones de suelo ya antes señaladas determinaron la presencia de dos tipos de vegetación en la sub-cuenca, estas son: Selva baja caducifolia y selva mediana sub-caducifolia y que según el sistema de clasificación de Holdridge la sub-cuenca presenta un bh-ST(c) que indica un bosque húmedo sub-tropical caliente.

## 5.3. Clasificación Botánica.

La composición florística de la subcuenca del río Cacapa presenta 64 especies arbóreas (cuadro 4), las cuales están distribuidas en 32 familias.

La familia leguminosae es la más numerosa encontrándose 16 especies, en segundo lugar la familia Anacardiaceae con 5 especies.

Cuadro 11. Datos Climáticos del Almanaque Salvadoreño.

Elemento Climático	Enero	Feb.	Marzo	Abril	May.	Jun.	Jul.	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic	x
Precipitación media mensual	2	0	13	31	131	33	213	324	346	251	57	6	1727
Temperatura media mensual en ° C.	26.2	26.5	27.4	28.2	27.9	26.9	27.1	26.8	26.3	26.2	26.1	26.0	26.8
Humedad relativa media mensual (%)	63	63	64	69	75	81	77	80	84	82	74	66	73
Viento: Rumbo dom.													
Velocidad media km/h.	N 9.2	N 10.1	N 9.6	N 9.7	N 8.2	N 7.1	N 7.4	N 6.7	N 6.4	N 6.2	N 7.1	N 8.5	N 8.0



Cuadro 12. Promedios mensuales de datos climaticos. Estación Experimental  
y de Prácticas de la Universidad de El Salvador.

t•	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Min	21.3	20.7	22.3	23.2	22.4	23.0	22.6	22.6	22.6	22.7	22.8	21.3
Max.	35.8	33.9	35.7	34.2	33.4	32.9	33.0	33.1	32.0	31.0	32.6	33.0
X	27.0	26.6	28.0	27.8	28.6	26.8	24.7	26.4	26.2	26.0	26.2	25.5
H.	71%	69%	69%	77%	85%	82%	79%	77%	84%	83%	73%	70%
PP.	-	-	6.2 mm	122.3	311	256.9	238.8	487	198.6	265.3	64.4	69.8
				mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
V.	3.8m/s	4.4m/s	2.1m/s	1.6m/s	2.4m/s	1.8m/s	2.4m/s	2.6m/s	2.2m/s	3.6m/s	3.0m/s	3.8m/s

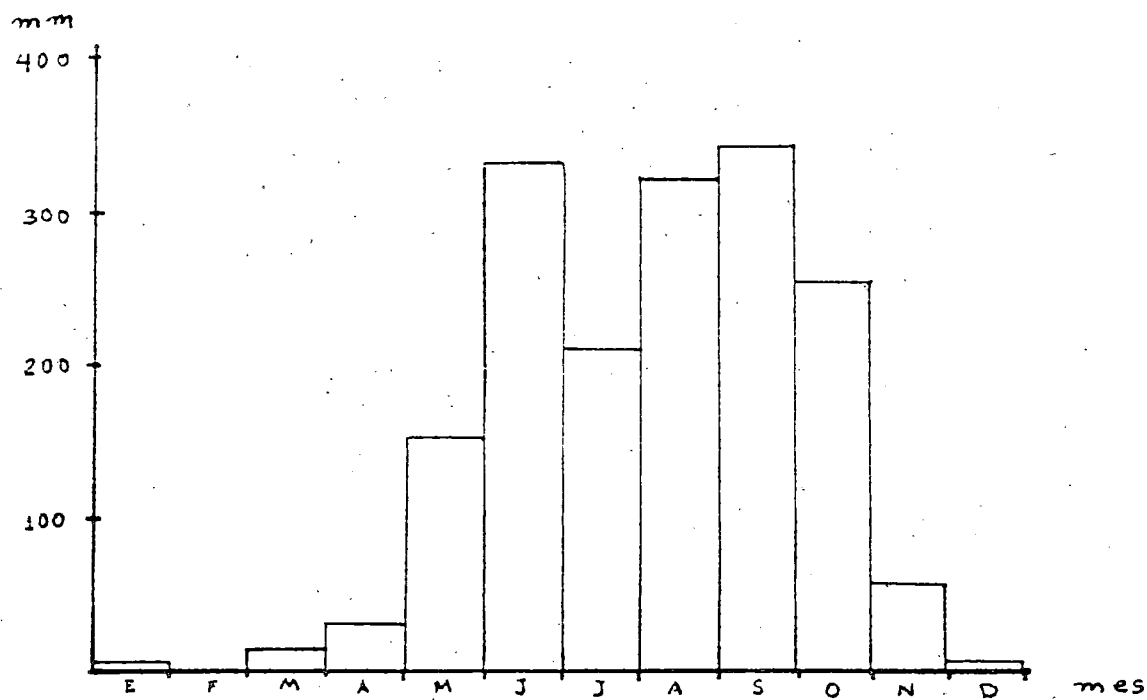


Fig. 15 Promedio de la suma mensual y anual de lluvia mm. Sub-cuenca del Río Cacapa.

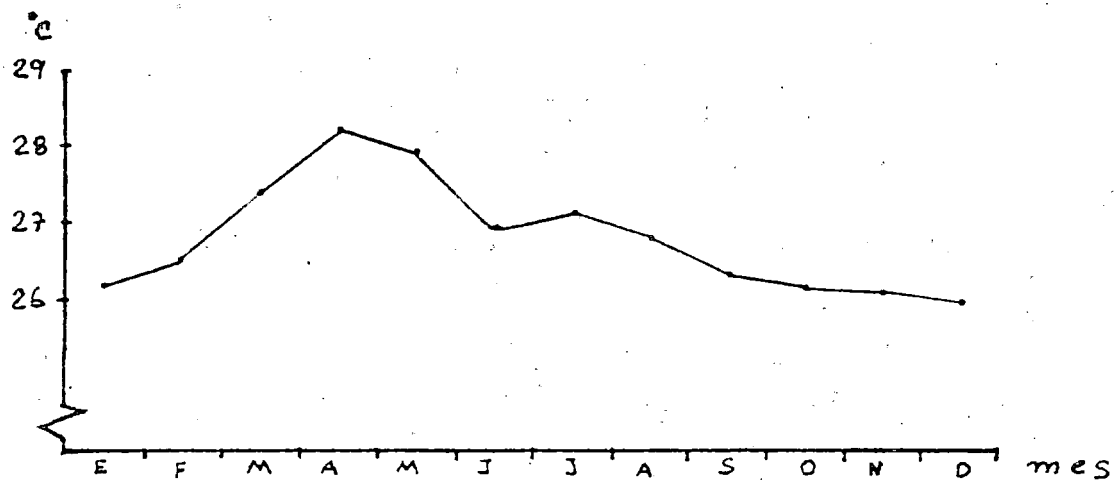


Fig. 16 Promedio mensual de temperatura °C. Sub-cuenca del Río Cacapa.

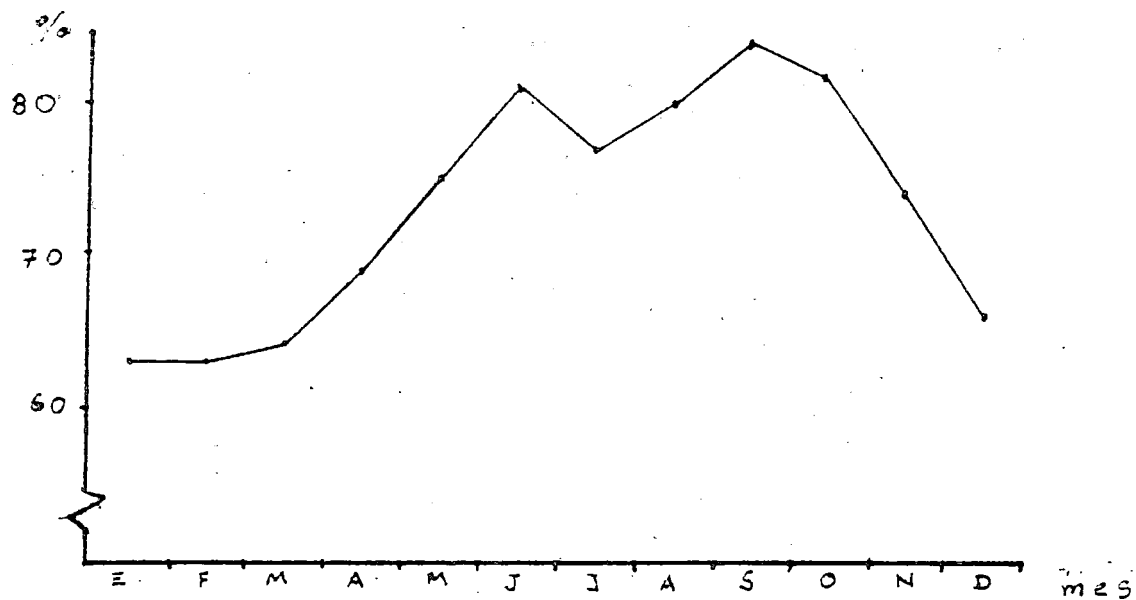


Fig. 17 Promedio mensual de humedad relativa en %.  
Sub-cuenca del Río Cacapa.

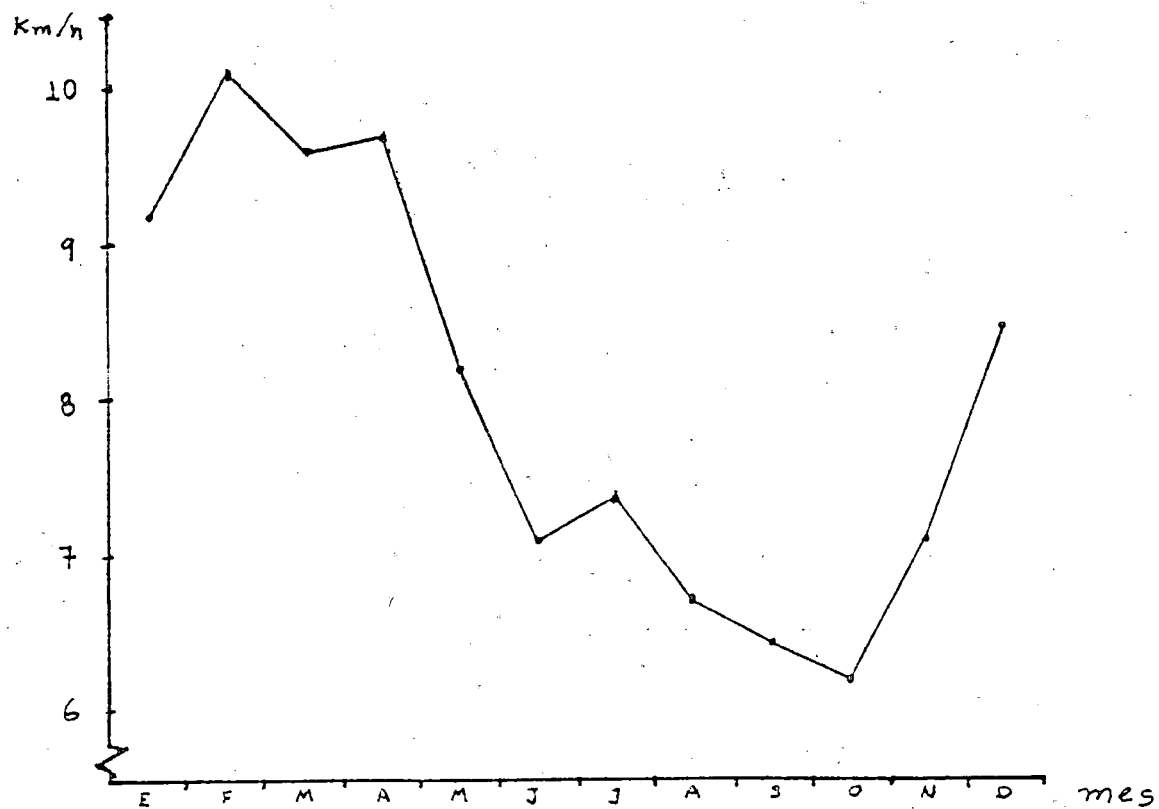


Fig. 18 Promedio de la velocidad del viento en km/h,  
Sub-cuenca del Río Cacapa.

En la figura 6 , se determinaron dos asociaciones, la asociación A, está comprendida por las unidades 1, 5, 6, y la asociación B por las unidades 8, 10, 12, y 14; lo característico de estas asociaciones es que la primera abarca sitios de muestreo de la zona baja y media y la segunda asociación incluye sitios de muestreo de la zona media y alta, observándose que la zona se caracterizó por ser una zona de transición esto se debe a que según el mapa ecológico elaborado por Holdridge, la subcuenca se encontró en el bh-ST(c) y que se subdivide en dos tipos de vegetación.

La asociación A, corresponde a ceiba pentandra, Phitece - llobium dulce y la asociación B, corresponde a ficus sp-Bursera simaruba, las cuales se han formado por los valores altos del índice de valoración de importancia, el cual es muy valioso según Cruz (6), para determinar la importancia de la especie de una comunidad.

Además Holdridge (20), alude a que la evolución de la vegetación natural trabaja como una computadora que ha producido las asociaciones mejor adaptada al conjunto de las condiciones ecológicas actuales.

En el cuadro 7, se listan las especies dominantes por zona, en la baja: Ceiba pentandra y Ficus aucuporium; en la zona media: Andira inermis y Albizia caribaea; y en la zona alta: Cordia alliodora y Enterolobium cyclocarpum.

Las figuras 7, 8, 9 , 10, 11, 12, 13, representan la distribución

bución espacial de las especies dominantes en toda la subcuenca, con sus respectivas categorías del índice de valoración de importancia (IVI).

De los datos del cuadro 3, se elaboraron los gráficos 18 y 19.

En el gráfico 18, la tendencia del volumen por hectárea es: mayor en la zona baja, disminuyendo en la zona media y aun menos en la Zona alta.

En el gráfico 19, la tendencia es que el número de individuos va en aumento de la Zona baja hasta la Zona alta.

Se puede parecer que la relación volumen - individuo en este caso es inversamente proporcional, o sea a mayor número de individuos, menor volumen en  $m^3/Ha$ .

Esta operación podría ser debido a que la Zona baja presenta mayor calidad de suelo (cuadro 5), mientras que las otras zonas presentan una calidad de suelo inferior a la zona baja (cuadro 5).

#### 5.4 Ordenamiento espacial de las unidades de muestreo.

El ordenamiento espacial de las especies arbóreas se hizo a partir de los índices de similitud (cuadro 2) las cuales son la base de los ejes de ordenamiento (AnexoA-5) aplicando los análisis estadísticos respectivos. Con los ejes de ordenamiento establecidos se plantea el ordenamiento espacial del

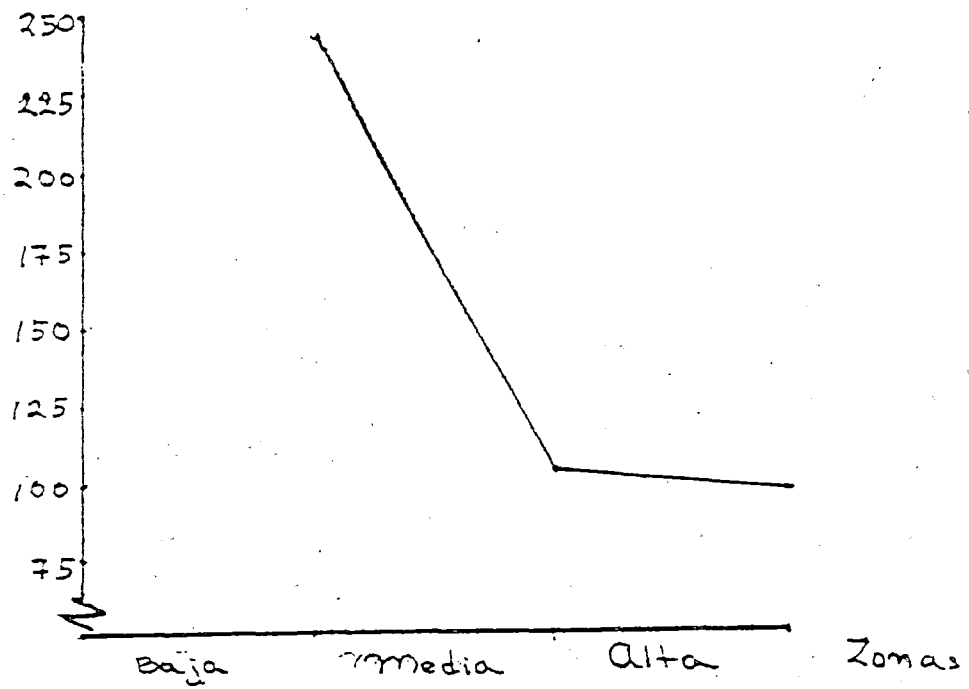


Fig. 19. Gráfico de volúmen de madera en m<sup>3</sup>/Ha para las diferentes zonas de la Sub-cuenca del río Cacapá.

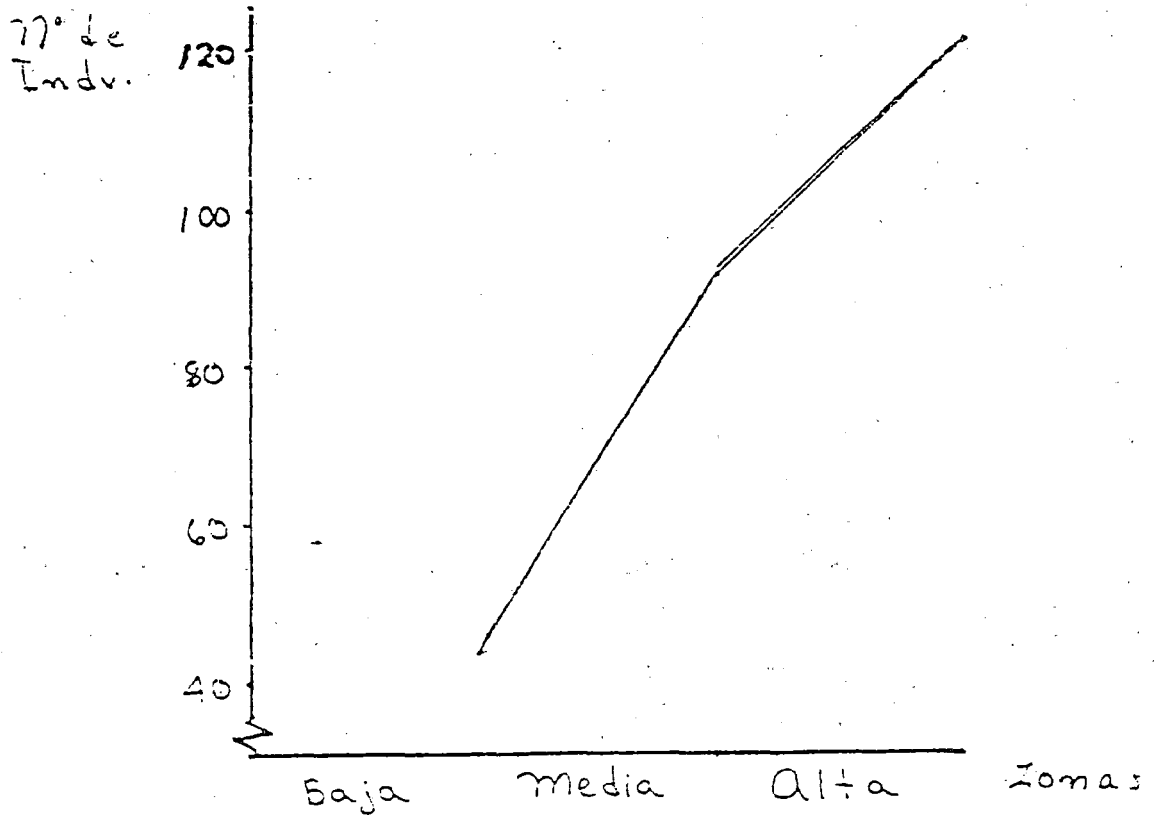


Fig. 20. Gráfico del número de individuos forestales para las diferentes zonas de la Sub-cuenca del río Cacapá.

estrato arboreo. El resultado de dicho ordenamiento manifiesta el agrupamiento de sitios de muestreo o núcleos vegetales (fig. 6). En el cuadro 8, se puede observar que las asociaciones forestales formadas en la subcuenca presentan diferentes clases de suelo, esto permite observar el rango de suelo que toleran las especies forestales involucradas, lo cual viene a comprobar lo que afirma Orloci, (27) "que la variación en la vegetación es el producto de los patrones de distribución de las especies. Por otra parte, Rodríguez (31), comenta que el poder ubicar una especie vegetal dentro de una área determinada (ubicación espacial) requiere el estudio de su calidad de sitio. Weaver (43) define la calidad de sitio como la suma total de todos los factores que afectan la capacidad de la tierra para producir bosques u otra vegetación.

#### 5.5. Calidad de Sitio de Especies Arboreas.

En el cuadro 9, se reportó la información que conformó la calidad de sitio para las especies arboreas encontradas en la subcuenca, la cual se define como el conjunto de los factores bióticos, climáticos y de suelo de un área dada. La información que dicho cuadro encierra es fundamental para cualquier proyecto de reforestación que se desee implementar en la subcuenca, ya que en él se presentan las condiciones edafo-climáticas básicas para el desarrollo de especies forestales. Por ejemplo la mejor calidad de sitio para las especies dominantes se ubica bajo las condiciones siguientes:

Espece	Clase	Textura	Clima	IVI
<u>Cordia alliodora</u>	IV,VI,VII	FA, FcA	Awaig	222.37
<u>Enterolobium ciclocarpum.</u>	II,III,VI,VII	F,FL,FA,Ac	Awaig	202.34
<u>Andira inermis</u>	II,III,VI	F,FcA,F.L.	Awaig	184.72
<u>Ficus aucuparium</u>	I,II,III,IV, VI,VII	F,F.L.,FA,FcA.	Awaig	175.88
<u>Bursera simaruba</u>	III,IV,VI	F,FL,FA.	Awaig	174.6



## CONCLUSIONES

1. Las especies que tienen mayor distribución en la subcuenca del río Cacapa, resultaron ser aquellas en que su rango de adaptabilidad a las condiciones ambientales del lugar es más amplio.
2. De las especies arboreas, la familia leguminosae es de las más abundantes, seguido de la familia anacardeaceae.
3. La mayoría de la vegetación arborea se encontró en las clases de suelo III y IV.
4. El método de ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto es funcional para comprender las formas de distribución de las especies de un área dada. Además dicho método es fundamental para la implementación de proyecto de reforestación.
5. En el ordenamiento espacial, la zona media se caracterizó por ser una zona de transición de la vegetación encontrada.
6. Las especies dominantes son aquellas que obtuvieron altos índices de valoración de importancia, los cuales son: Ficus aucuparium, Enterolobium ciclocarpum; Albizzia caribaea, Andira inermis, Cordia alliodora, Bursera simaruba, Ficus sp.
7. La variación volumétrica de las especies arboreas encontradas en la subcuenca se debe a las características propias de ellas.

8. Para determinar la calidad de sitio es necesario tomar como base los factores edáficos, climáticos y vegetación; ya que estos se interrelacionan entre si, para el normal desarrollo de una determinada especie.

## 7. RECOMENDACION

1. Para un buen ordenamiento de la Subcuenca es necesario complementarlo con otros estudios de carácter edafológicos, hidrológico, agropecuarios, sociológicos y económicos.
2. Es necesario llevar a cabo en la subcuenca obras de conservación de suelos y reforestación, ya que el alto grado de deforestación a provocado la pérdida de grandes cantidades de suelo fértil y a la disminución del manto acuífero que da origen al río.
3. Para un adecuado proyecto de reforestación de tipo enriquecimiento se recomienda plantar en la subcuenca especies nativas de la zona. y otras de uso múltiple, estas especies pueden ser: conacastes, lagarto, huilihueste, chaparro, teca, madrecaao, leucaena y frutales.
4. Por la topografía predominante de la subcuenca (accidentado) se recomienda los sistemas agroforestales.
5. Es necesario implementar medidas de protección en la cabecera de la subcuenca, ya que está siendo ocupada por asentamientos humanos, provocando mayor deforestación y contaminación.
6. Es necesario que otras instituciones participen en la ejecución y desarrollo de proyectos agroforestales y de protección en las subcuencas de la zona.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, L. 1980. Estimación del volumen y predicción del volumen y predicción del rendimiento. Roma, Ital., F.A.O. v.2, 92 P. (Montes 22/2).
2. BRAY, J.R.; CURTIS, J.T. 1957. An ordination of the upland forest Communities of Southern Wisconsin.
3. CAILLIEZ, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Roma, Ital. F.a.O. v.1, 92P. - (Montes 22/1).
4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promiscuas para producción de leña en América Central; resultado de cinco años de investigación. Turrialba, C.R. CATIE. p. 91,104. (Serie Técnica No. 245).
5. COX, G.W. 1970. Laboratory manual general ecology, W.H.C. - Estados Unidos, Brown Company Publishers. 251 p.
6. CRUZ PEREZ, L.M. 1974. Manual de laboratorio de ecología vegetal. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 144 p.

7. CHINCHILLA MORA, O. 1987. Anteproyecto de curvas de índice de sitio para ciprés (Cupressus lusitanica Miller), para la zona de distribución artificial en Costa Rica. Heredia, C.R. s.n. 19 p.
8. CHOussy, F. 1978. Flora Salvadoreña. 2a. ed. San Salvador, El Salv. Editorial Universitaria. 3v, 300 p.
9. DENYS, J.R.; BOURNE, W.C. 1963. Levantamiento general de Suelos de la República de El Salvador; Cuadrante 2356 I Olocuilta. Nueva San Salvador, El Salv., Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Esc. 1:50,000. Color.
10. \_\_\_\_\_. 1962. Levantamiento general de suelos de la República de El Salvador: Cuadrante 2356 II río Jiboa. Nueva San Salvador, El Salv., Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Esc. 1:50,000. Color.
11. EL SALVADOR. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. "INGENIERO ARNOLDO GUZMAN". 1980. San Pedro Masahuat: hoja 2356 I SE. San Salvador, El Salv. Esc. 1:25,000 Color.
12. \_\_\_\_\_. 1979. Aeropuerto Internacional El Salvador: hoja 2356 II NE. San Salvador, El Salv. Esc. 1:25,000. Color.

13. FLORES, J.S. 1974. El herbario de la Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salv., Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias y Humanidades, Depto. de Biología. 56 p.-
14. \_\_\_\_\_. 1980. Tipos de vegetación de El Salvador y su estado actual (un estudio ecológico). San Salvador, El -- Salv., Editorial Universitaria: 273 p.
15. FRANCO RODRIGUES, H. 1976. Conocimiento de la dasometría y planificación de inventarios forestales, In guía técnica forestal. San Salvador, El Salv. Ministerio de Agricultura y Ganadería P. 1-8.
16. GUEVARA LOPEZ, B. 1977. Informe del cuadrante 2356 II río - Jiboa por clases de tierras de acuerdo a su capacidad de uso. San Salvador, El Salv. Ministerio de Agricultura y Ganadería 25 P.
17. GUEVARA MORAN, J.A. 1985. El Salvador -perfil ambiental- estudio de campo. San Salvador, El Salv., USAID. 266 P.
18. GUZMAN, D.J. 1975. Especies útiles de la flora salvadoreña 3 ed. San Salvador, El Salv. Imprenta Nacional. 700 p.

19. HERNANDEZ, E.A. S.F. La cuenca hidrográfica. Mérida, Ven. Universidad de los Andes. 27 p.
20. HOLDRIDGE, L.R. 1975. Mapa ecológico de El Salvador. Fernando A. Zaldivar. San Salvador, El Salv. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 98 p.
21. LAGOS, J.A. 1983. Compendio de botánica sistemática. 2 ed. San Salvador, El Salv. Dirección de publicaciones. 318 p.
22. MARROQUIN AREVALO, H.A. 1986. Los recursos naturales y el conflicto bélico en El Salvador. La Universidad (El Salv) 111(3): 70-125.
23. Mc INTOSH, R.P. 1967. The continuum concept of vegetation.
24. MEDRANO ROMERO, R.N. 1978. Informe del cuadrante 2356 I Olocuilta por clases de tierras de acuerdo a su capacidad de uso. San Salvador, El Salv. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 38 p.
25. MEJIVAR CARCIA, J.E.; TEOS CAMPOS, E.C.; GARCIA CASTELLON, E.V.; CERRITO ALVARADO, M.E. 1990. Factores edáficos y climáticos que determinan la calidad de sitio de Eucalipto camaldulensis en El Salvador. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 105 P.

26. OGAYA, N. 1979. Análisis numérico en bosques trcpicales; su aplicación en inventarios forestales. Tesis Mag. Sc. Los Andes, Perú, Facultad de Ciencias Forestales. 103 p.
27. ORLOCI. L. 1966. Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination metou. S.L. Journal of ecology. 54: 193-215.
28. ORTEGA BALDIZON, H. 1986. Factores edáficos y topográficos que determinan la calidad de sitio en plantaciones jóvenes de Pinus caribaea var. hondurensis en pavones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. Programa Universidad de Costa Rica. CATIE. 110 p.
29. PULIDO FERREIRA; H. 1971. Métodos de evaluación y principales factores del medio ambiente que afectan la calidad de sitio. Mérida, Ven., Universidad de los Andes, Centro de estudios forestales de post-grado. 36 p.
30. RENNIE, P.J. 1962. Methods of assesing forest site capacity.
31. RODRIGUEZ POVEDA, L.E. 1980. Calidad de sitio y su aplicación en el manejo forestal. Mérida, ven. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 21 P.

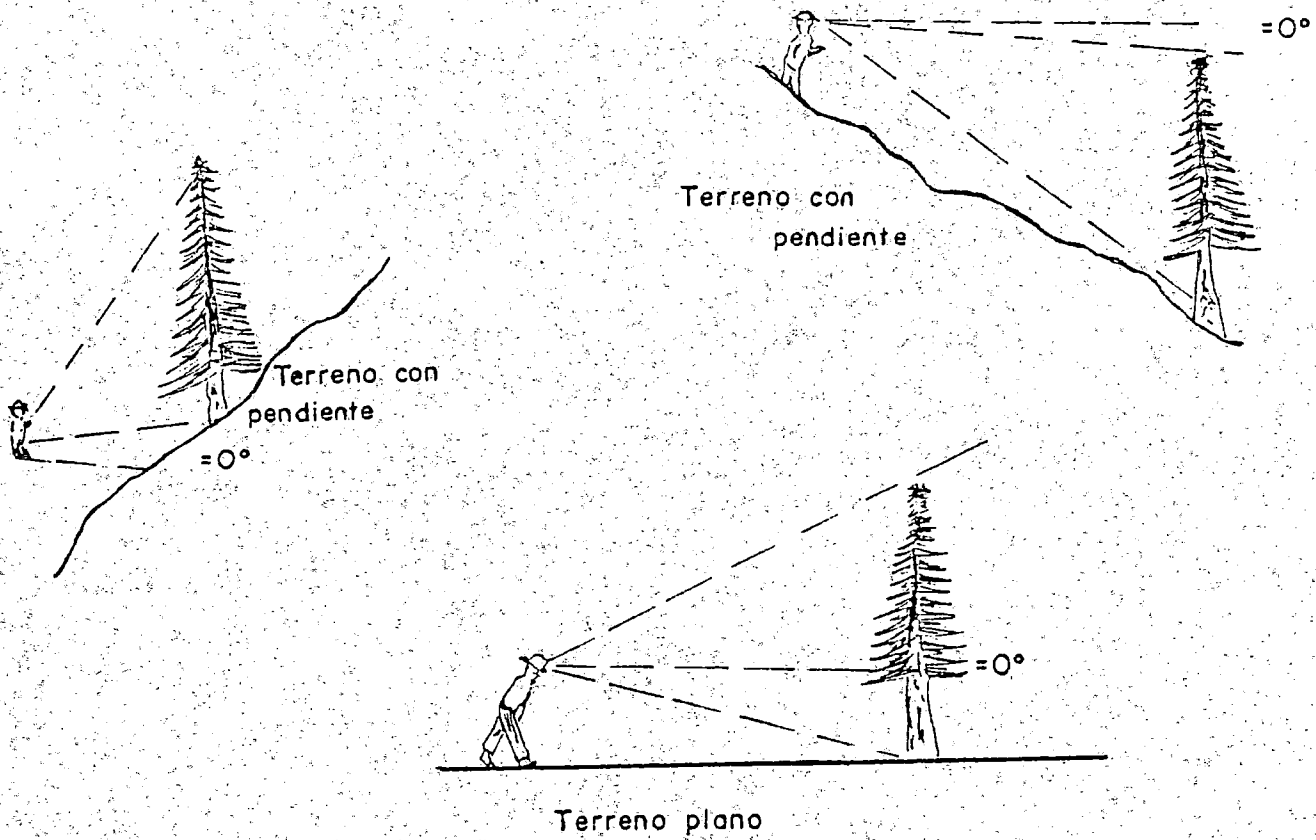


32. ROSALES SORIANO, V.M. 1982. Clasificación de sitios para Teca (Tectona grandis L.F.) en plantaciones de la reserva forestal de Caparo, en base a criterios edáficos. - Tesis Mag. Sc. Mérida, Ven. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 76 p.
33. \_\_\_\_\_. 1989. Dasonomía. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas Depto. de Fitotecnia. 22p.
34. \_\_\_\_\_; SALAZAR, C.H. 1976. Análisis cuantitativo de la vegetación arbórea del Cerro Verde. San Salvador, El Sal., Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias y Humanidades, Depto. de Biología. 22p.
35. SALAS, G. DE LAS. 1980. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical. Costa Rica. VARITEC. P. 76-80, 192-196.
36. SERVICIO DE METEREOLOGIA E HIDROLOGIA. CENTRO DE RECURSOS NATURALES. 1989. Almanaque salvadoreño. San Salvador, El Salv., Ministerio de Agricultura y Ganadería. 96 p.
37. SOIL FERTEILITY manual. 1982. Potash y phosphate institute. Atlanta, EE.UU., Research Educación. 6p.

38. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. S.F. La cuadrícula. San Salvador, El Salv. 8 p
39. VALSE DE CORNEJO, L.M. 1988. Muestreo exploratorio de exploratorio de especies vegetales con potencial medicinales del Campo Experimental "La Providencia" mediante un ordenamiento bidimensional tip polar indirecto. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 105 p.
40. VASQUEZ CARBALLO, W 1987. Desarrollo índices de sitio y selección de un modelo preliminar de rendimiento para Pinus caribaea var hondurensis en la reserva forestal la yeguada Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. CATIE. 113 p.
41. VELASCO MORAN, J. 1963. La Hidrología en El Salvador. Tesis Ing. Civil. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 51 p.
42. VINCENT, L.W.; WOODS, F.M. 1984. Curso sobre plantaciones forestales. Cartago, C.R. CONICIT. 19 p.
43. WEAVER, J.E.; CLEMENTS, E.E. 1984. Plant Ecology. 2 ed. Estados Unidos. McGraw. P 472 - 490.
44. WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Arboles del Parque Deininger. San Salvador, El Salv., Ministerio de Educación. 336 p.

45. ZAHNER, R. 1957. Mapping soil for pine site quality in south Arkansas and North Louisiana. Journal of forestry (EE.UU.) 55 (6): 430-433.

9. ANEXOS



Anexo 1. Formas utilizadas en la medición de altura usando el Suunto en forestales.

Anexo A - 3 cuadro Resumen para el Calculo de las Coordenadas  
en el eje x.

MUESTRA NUMERO	DA	DB	L	L <sup>2</sup>	2L	DA <sup>2</sup>	DB <sup>2</sup>	DA <sup>2</sup> - DB <sup>2</sup>	X	X
1	86.4	87.8				7465.0	7708.8	-243.9	46.2	45
2	93.3	92.3				8704.9	8519.3	185.6	48.5	48
3	-	-				-	-	-	-	-
4	-	-				-	-	-	-	-
5	-	-				-	-	-	-	-
6	93.6	84.1				8761.0	7072.8	1688.2	56.4	56
7	86.7	93.3				7516.9	8704.9	-1188.0	41.2	41
8	79.8	66.0				6368.0	4356.0	2012.0	58.1	58
9	-	95.0	95.00	90.25	190.0	0.0	9025.0	-9025.0	0.0	0
10	94.6	71.8				8949.2	5155.2	3793.9	67.5	67
11	92.7	79.5				8593.3	6320.3	2273.0	59.5	59
12	92.5	71.2				8556.3	5069.4	3486.8	65.9	66
13	-	74.7				0.0	5580.1	-5580.1	18.1	18
14	94.2	64.0				8873.6	4096.0	4777.6	72.6	73
15	95.0	-				9025.0	0.0	9025.0	95.0	95

Anexo A - 4 Cuadro Resumen para el cálculo de las Coordenadas  
en el eje "Y"

MUESTRA NUMERO	DA'	DB'	L'	L' <sup>2</sup>	2L'	DA' <sup>2</sup>	DB' <sup>2</sup>	DA' <sup>2</sup> - D'B <sup>2</sup>	Y	Y
1	66.9	91.8				4475.6	8427.2	-3951.6	28.1	28
2	66.2	-				4382.4	0.0	4382.4	71.1	71
3	-	-				-	-	-	-	-
4	-	-				-	-	-	-	-
5	-	71.9				0.0	5169.6	-5169.6	21.8	22
6	-	96.9	96.6	9389.	194.8	0.0	9389.6	-9389.6	0.0	0
7	96.9	-				9389.6	0.0	9389.6	96.9	97
8	91.4	-				8354.0	0.0	8354.0	91.6	92
9	93.6	86.7				8761.0	7516.9	1244.1	54.9	55
10	71.8	-				5155.2	0.0	5155.2	75.1	75
11	90.9	82.2				8262.8	6756.8	1506.0	56.2	56
12	86.3	-				7447.7	0.0	7447.7	86.9	87
13	96.9	85.4				9389.6	7293.2	2096.5	59.3	59
14	91.4	-				8354.	0.0	8354.0	91.6	92
15	84.1	93.3				7072.8	8704.9	-1632.1	40.0	40

Anexo A. 5 Coordenadas X,Y calculadas, junto con su respectiva bondad de Ajuste.

UNIDAD DE MUESTREO	X	e	Y
1	46	73.0	28
2	48	79.7	71
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	22
6	56	74.7	0
7	41	76.3	97
8	58	54.7	92
9	0	0	55
10	67	66.3	75
11	59	71.1	56
12	66	64.9	87
13	18	-	59
14	73	60	92
15	95	0	40



Anexo A- 6 Cuadro Resumen para el cálculo de la bondad de ajuste,

MUESTREO

NUMERO	DA <sup>2</sup>	x <sup>2</sup>	e
1	7465.0	2134.4	73.0
2	8704.9	2352.3	79.7
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
6	8761.0	3187.0	74.7
7	7516.9	1697.4	76.3
8	6368.0	3375.6	54.7
9	0.0	0.0	0.0
10	8949.2	4556.3	66.3
11	8593.3	3540.3	71.1
12	8556.3	4342.8	64.9
13	-	-	-
14	8873.6	5270.8	60.0
15	9025.0	9025.0	0.0

## ANEXO A-7 METODOLOGIA.

Sobre un plano del terreno y aplicando el método al azar se ubicaron los puntos de muestreo.

Seleccionados los puntos de muestreo, se realizó un recorrido general por toda el área para identificar las áreas de Trabajo.

En el Trabajo de campo, se aplicó el método de la cuadrícula para árboles. Las mediciones tomadas para el estrato arbóreo fueron: diámetro a la altura del pecho y altura al fuste.

Con los datos obtenidos se elaboró el cuadro de índice de valoración de importancia (cuadro 1) a partir de frecuencia relativa, densidad relativa y área basal relativa, cuya sumatoria dió el índice de valoración de importancia para cada especie del estrato arbóreo.

Obtenidos los índices de valoración de importancia (IVI) se elaboró un cuadro resumen de IVI para el estrato arbóreo. (cuadro 1)

A partir de los cuadros de IVI se inicia el ordenamiento bidimensional tipo polar indirecto. A continuación, se explica como modelo el ordenamiento del estrato arbóreo.

### A.7.1 ORDENAMIENTO BIDIMENSIONAL INDIRECTO. TIPO POLAR:

El Ordenamiento bidimensional indirecto consiste en un arreglo de unidades, que muchas veces se utiliza como una alternativa de clasificación de sitios, ya sea con fines forestales, agrícolas o de manejo de bosques.

La técnica de ordenamiento consiste en ubicar la posición de las asociaciones vegetales en un sistema de gráficos de dos ejes (5, 23 ). Esta técnica permite utilizar tanto especies como factores medios-ambientales.

La calidad de sitio y determinación de asociaciones vegetales han sido ordenadas estadísticamente a partir del índice de valor de importancia.

Este trabajo incluye el ordenamiento de las especies arbóreas. En este Anexo, para ilustrar el método se tomará como punto de partida los datos de campo para cada individuo, los cuales son: especies encontradas, números de individuos y circunferencia a la altura del pecho.

### A.7.2 ESTRATO ARBOREO.

Los datos de campo se llevan a cuadros y se calcula:

Densidad relativa  $Dr = \frac{\# \text{ indiv. de la Sp} \times 100}{\text{individuos}}$

Frecuencia relativa  $Fr = \frac{\# \text{ puntos en que parece la SP} \times 100}{\text{puntos}}$

Area basal relativa  $ABr = \frac{AB \text{ de la Sp} \times 100}{\text{de la Ac}}$

Dichos cálculos se realizan para cada individuo vegetal muestreado. La sumatoria de :  $Dr + Fr + ABr = IVI$ , nos da el índice de valor de importancia IVI para cada especie.

A manera de ejemplo se toman los valores de la zona 1, unidad de muestreo 1.

ZONA 1. UNIDAD DE MUESTREO 1.

ESPECIE	Nc. DE INDIV.	OCURRENCIA	Ab m <sup>2</sup>	Dr	Fr	ABr	IVI
<u>Ficus aucuparium</u>	3	2	0.12	16.67	15.38	8.45	40.68
<u>Andira inermis</u>	1	1	0.16	5.56	7.69	11.26	24.51
<u>Sterculia apetala</u>	1	1	0.03	5.56	7.69	2.11	15.36
<u>Pithecellobium dulce</u>	4	3	0.26	22.22	23.08	18.30	63.6
<u>Pithecellobium saman</u>	5	2	0.27	27.78	15.38	19.01	62.17
<u>Enterolobium ciclocarpum</u>	1	1	0.025	5.56	7.69	1.41	14.66
<u>Albizzia caribaea</u>	1	1	0.04	5.56	7.69	2.82	16.07
<u>Achocarpus nigricans</u>	1	1	0.15	5.56	7.69	10.56	23.81
<u>Lonchocarpus salvadorensis</u>	1	1	0.37	5.56	7.69	26.07	39.32
T O T A L E S	18	13	1.42	100	100	100	300

Estos mismos cálculos se realizan por las 15 unidades de muestreo. Encontrados los IVI para todos los individuos medidos en el campo se elabora un Cuadro resumen con la sumatoria del IVI por especie y por cuadrícula (Cuadro 1.). Con esta información se procede a calcular el índice de similitud.

## A.7.3 CALCULANDO EL INDICE DE SIMILITUD:

El índice de similitud también es llamada índice de comunidad o índice de semejanza. La fórmula utilizada en este trabajo fue:

$$IC = \frac{2w}{A+B} \times 100$$

A= Suma de los valores cuantitativos de el sitio "A"

B= suma de los valores cuantitativos de el sitio "B"

W= sumatoria de los valores más bajos de las especies de dos comunidades en comparación de sitios "A" y "B".

Del Cuadro 1, se toman todas las parejas de IVI de la siguiente manera: Se compara la unidad de muestreo 1 con 2, 3 hasta 15, luego 2 con 3,4 hasta 15 y así sucesivamente hasta compararlos todos. Por ejemplo los menores valores de las parejas posibles entre 6, 10 y 11 son:

1	2	...	...	6	....	10	11	....	15
				20.93		12.50			
				76.17					
				16.39					
				18.04			23.95		

Los menores valores entre las parejas involucradas entre 6 y 10 son las siguientes:

a. entre

20.93 y 12.50----- 12.50

30.66 y 8.84----- 8.84

52.86 y 45.07----- 45.07

10.05 y 16.45----- 10.05

10.75 y 8.23----- 8.23

b. entre

18.04 y 23.95 ----- 18.04

9.34 y 53.55 ----- 9.34

El valor de W para a) es  $12.50 + 8.84 + 45.07 + 10.05 + 8.23 = 84.23$ , para b) es  $18.04 + 9.34 = 27.38$  y está listo para aplicar la fórmula y calcular el índice de semejanza.

$$a) IC = \frac{2W}{A+B} \times 100 \quad \frac{2 \times 84.23}{300 + 300} \times 100 = 28.07$$

$$b) IC = \frac{2W}{A+B} \times 100 \quad \frac{2 \times 27.38}{300 + 300} \times 100 = 9.12$$

Los valores calculados para cada par de transectos o sitios son colocados en una matriz (mitad superior). La mitad inferior se utiliza para calcular los respectivos índices de disimilitud.

	1	2	.	.	6	.	.	10	11	.	15	
	1 *											
	2	*										
	.		*									
	.			*								
Índice de	6				*			28.07	9.12			
disimilitud	.					*						Índice de
	.						*					similitud.
	10				71.8			*				
	11				90.88				*			
	.									*		
	15										*	

La matriz para los cálculos del ordenamiento ejemplo son los del cuadro 2. El índice de disimilitud (ID) se calcula de la siguiente manera:

$$ID = 100 - IC$$

A.7.4 El cálculo de ordenamiento se inicia, ubicando dos parcelas A y B en la matriz ya elaborada (Cuadro 2).

A = parcela inicial

B = parcela final

A parcela que presenta la mayor sumatoria de índices de disimilitud se asigna como sitio "A" (punto inicial). El punto final se selecciona de entre los sitios que presenten menor sumatoria de índices de disimilitud y que presente una mayor disimilitud con la sitio A.

En este caso, para el estrato arbóreo se seleccionó la unidad de muestreo 9 como sitio A y la unidad de muestreo 15 como sitio B.

#### A.7.5 CALCULO DE X.

Se procede al cálculo del primer eje de coordenadas, aplicando la fórmula para calcular

$$x = \frac{L^2 + DA^2 - DB^2}{2L}$$

L = Índice de disimilitud entre el sitio A y sitio B

DA = Índice de disimilitud entre el sitio A y el sitio en comparación.

DB = Índice de disimilitud entre sitio B y sitio en comparación.

#### CALCULO DE Y

Con ayuda de una "bondad de ajuste",  $e^2 = DA^2 - X^2$

El valor mayor obtenido para e (Anexo A-6) será el nuevo punto "A". El nuevo punto "B" (punto final) corresponderá al punto más disimil. En este caso se escogió como A la unidad de muestreo 6 como B final la unidad de muestreo 7. Ubicados estos puntos se calculan los valores correspondientes al eje "Y" con una fórmula similar a la del eje "X".



$$Y = \frac{(L')^2 + (DA')^2 - (DB')^2}{2L'}$$

Obtenida "Y" (Anexo A-4) podemos obtener un ordenamiento bidimensional para el estrato arbustivo (fig. 6 ).